

В сборник включены тезисы докладов, представленных на Всероссийской студенческой конференции «Студенческая научная весна», посвящённой 170-летию В.Г. Шухова». Сборник представляет интерес для студентов, аспирантов и преподавателей вузов.

Тексты докладов размещены в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU.

«СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА»

Министерство науки и высшего образования РФ

Московский государственный технический университет  
имени Н. Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)

СНТО имени Н. Е. Жуковского

# ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА», ПОСВЯЩЁННАЯ 170-ЛЕТИЮ В.Г. ШУХОВА

Москва  
01-30 апреля 2023 г.

## СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

ВСЕРОССИЙСКАЯ  
СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ,  
ПОСВЯЩЁННАЯ 170-ЛЕТИЮ В.Г. ШУХОВА

ISBN 978-5-907672-48-2



9 785907 672482 >

Министерство науки и высшего образования РФ  
Московский государственный технический университет  
им. Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)  
СНТО им. Н.Е. Жуковского

---

ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА», ПОСВЯЩЁННАЯ  
170-ЛЕТИЮ В.Г. ШУХОВА

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

г. Москва, 01-30 апреля 2023г.

УДК 001  
ББК 72  
М 75

М 75 Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвящённая 170-летию В.Г. Шухова: сборник тезисов докладов / Министерство науки и высшего образования РФ, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, СНТО им. Н.Е. Жуковского. М.: ООО «Издательский дом «Научная библиотека», 2023, 782 с.

ISBN 978-5-907672-48-2

В сборник включены тезисы докладов, представленных на Всероссийской студенческой конференции «Студенческая научная весна», посвящённой 170-летию В.Г. Шухова. Сборник представляет интерес для студентов, аспирантов и преподавателей вузов.

Тексты докладов размещены в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU.

УДК 001  
ББК 72

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023

© Издательский дом «НАУЧНАЯ  
БИБЛИОТЕКА», 2023

ISBN 978-5-907672-48-2

## РАЗДЕЛ «АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ»

### УДК 623.51

### УПРАВЛЕНИЕ СНАРЯДАМИ РЕКАТИВНОЙ СИСТЕМЫ ЗАЛПОВОГО ОГНЯ, ПОВЫШЕНИЕ КУЧНОСТИ СТРЕЛЬБЫ И НАВЕДЕНИЕ СНАРЯДОВ НА ЦЕЛИ

Баженов И.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

bazhenovivan@bk.ru

Научный руководитель: Сабиров Ю.Р., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Важным направлением повышения эффективности стрельбы реактивных систем залпового огня является увеличение точности попадания снарядов по целям. Добиться увеличения точности снарядов можно за счет введения системы управления.

Исследуя факторы, влияющие на полет снаряда, были рассмотрены трубки траекторий с учетом разброса аэродинамических характеристик и режимов тяги, которые наиболее сильно влияют на конечную дальность снарядов [2]. Был выбран программный способ управления на активном участке и проанализированы получающиеся траектории полета с учетом разброса параметров для всех возможных начальных углов старта снарядов. Были рассмотрены возможные способы изменения начального угла запуска снарядов и получены траектории для двух выбранных способов старта. Также были рассмотрены способы наведения снарядов на цели, приведенные в [1], и выбран метод параллельного сближения, как наиболее удобный для наведения реактивных снарядов с введенными для программного управления аэродинамическими рулями.

В результате были получены улучшенные траектории с управлением и наведением. С помощью программного управления можно обеспечить увеличение кучности стрельбы и прилет нескольких снарядов по навесным и настильным траекториям одновременно. Стрельбу можно производить с небольшой задержкой, сначала по высокой траектории, затем по низкой, с меньшим начальным углом. Были предложены два разных способа для изменения начального угла – механизм поворота установки и минометный старт снарядов. Минометный старт особенно удобен для увеличения кучности, возможно изменять начальный угол в любой плоскости стрельбы. Комбинирование наведения и программного управления дает возможность обеспечить работу головки самонаведения и поражать цели на любых доступных для управляемого реактивного снаряда дальностях.

Для предложенного в работе метода управления не требуется существенного удорожания системы. Показано, что с использованием только лишь программного управления возможно обеспечить повышенную точность стрельбы и увеличить кучность снарядов.

#### Список литературы

1. Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. Динамика полёта беспилотных летательных аппаратов. Издание второе, переработанное и дополненное. Изд-во «Машиностроение», 1973. 617 с.
2. Дмитриевский А.А., Лысенко Л.Н. Внешняя баллистика. М. Машиностроение, 2005. 608 с.
3. Ракетная техника / Каталог / Полевая реактивная система М-21. URL: <https://missilery.info/missile/grad/> (Дата обращения 01.25.2023).

**УДК 534**

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АКУСТИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ МАССИВАМИ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ**

Барашков М.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

barashkovms@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Хамидуллин Р.К., ст. преп.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В процессе эксплуатации изделий РКТ основными источниками акустического нагружения являются двигательная установка в процессе старта изделия и турбулентный пограничный слой на участке действия максимального скоростного напора [1]. Данное нагружение может привести к развитию усталостных трещин в таких элементах конструкции, как хвостовая часть крыла, закрылки, элероны, нервюры и обшивка горизонтального оперения. Пульсации звукового давления низкой частоты могут привести к интенсивным колебаниям целых агрегатов, например, хвостового оперения [2]. Кроме того, акустическое нагружение представляет высокую опасность для работоспособности электрических приборов.

Для создания акустического давления могут применяться реверберационные камеры, принцип работы которых заключается в стравливании через сопло в рабочую камеру большого объема газа, однако это требует наличия сложной пневматической системы и больших денежных затрат на покупку и обслуживание оборудования. Другой подход к отработке акустических испытаний заключается в пересчете акустического воздействия на ШСВ для воспроизведения на вибрационных стендах. Однако такая замена является не вполне эквивалентной, в связи с тем, что меняется тип нагружения с поверхностного на объемное.

В настоящей работе рассматривается иной подход проведения акустических испытаний, заключающийся в использовании массивов электродинамических излучателей.

К достоинствам таких установок можно отнести меньшую стоимость, простоту эксплуатации, модульность и взаимозаменяемость элементов установки, а также возможность создания акустического нагружения в широком диапазоне частот. Недостатком данного способа является ограниченность объема, в котором можно создать равномерные уровни акустического давления, однако данная проблема может быть устранена за счет увеличения количества излучателей.

На первом этапе в помещении со стенами покрытыми звукопоглощающими панелями проведены экспериментальные исследования характеристик низкочастотного и высокочастотного излучателей которые поочередно воспроизводили белый шум в своих рабочих частотных диапазонах на предельных значениях мощностей. Измерение акустического шума осуществлялось при помощи массива микрофонов, расположенных на разном расстоянии от источника шума и подключенных к системе измерения.

На втором этапе по результатам анализа полученных спектральных характеристик в программном пакете конечно-элементного моделирования COMSOL Multiphysics верифицированы математические модели данных излучателей и акустической камеры. Затем построена модель камеры, состоящей из массивов электродинамических излучателей, расставленных вокруг испытуемого объекта. Конфигурация акустической камеры составлялась с учетом ограниченных размеров помещения, в котором планируется разместить оборудование. Использовалось 9 низкочастотных и 12 высокочастотных

излучателей. При расчете получены значения акустического давления в восьми точках, расположенных вокруг испытуемого объекта на расстоянии 40 мм.

В результате моделирования продемонстрирована возможность достижения при помощи рассмотренных излучателей уровней давления, требуемых для отработки конструкций РКТ на воздействие акустического давления в диапазоне частот от 45 до 1900 Гц с неравномерностью спектра в окрестности объекта испытаний не более 6дБ. При этом из-за переотражения акустических волн в диапазоне частот от 1500 до 1610 получен небольшой провал в уровнях акустического давления, который на практике может быть устранен при помощи системы управления испытаниями с настройкой обратной связи. На частотах ниже 45 Гц получены недостаточные уровни звукового давления, в данном диапазоне замена акустических испытаний вибрационными оправдана.

С учетом изложенного можно сделать вывод, о том, что применение массивов электродинамических излучателей целесообразно для создания акустического нагружения требуемого для отработки изделий РКТ, а такие достоинства как простота эксплуатации, модульность конструкции, легкая смена конфигурации и настройки требуемого спектра, дают большое преимущество перед реверберационными камерами.

#### Список литературы

1. Носатенко П.Я., Бобров А.В., Баранов М.Л., Шляпников А.Н. Экспериментальное определение акустических нагрузок при пусках РН «Стрела» и расчётное определение режимов экспериментальной отработки выводимых космических аппаратов // Вестник СГАУ. 2010. № 2, С. 112-123.
2. Вольмир А.С. Оболочки в потоке жидкости и газа: Задачи гидроупругости. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979. 320 с.
3. Hughes W.O., McNelis M.E., Hozman A.D., McNelis A.M.. The Development of the Acoustic Design of NASA Glenn Research Center's New Reverberant Acoustic Test Facility URL: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20110014480/downloads/20110014480.pdf> (Дата обращения 11.04.2023)

#### УДК 004.946

#### **ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ ОТ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ СРЕДЫ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ «VR CONCEPT»**

Бобохина В.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

bobokhinav@mail.ru

Портнов А.О., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

arseniy1411@gmail.com

Шиканов А.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

shikanov2012@gmail.com

Научный руководитель: Шаповалов А.В., ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В современном мире применение технологии цифровых двойников представляет значительный интерес как инновационный специальный метод описания и моделирования различных сложных инженерных процессов и объектов. Данная методика имеет широкий диапазон применения: от рационализации операций с реальными объектами в ходе их

жизненного цикла до их частичной или полной замены в определённых ситуациях. Использование новейших технологий трехмерного проектирования и цифрового моделирования позволяет сократить издержки и увеличить эффективность инженерных, технологических и бизнес-процессов. [1].

Динамический цифровой двойник позволяет получать наиболее полную информацию о состоянии изделия и происходящих с ним процессах. Под динамическим цифровым двойником в настоящей работе понимается программно-аппаратный комплекс, позволяющий обновлять данные о состоянии физического объекта в режиме реального времени. Данная технология позволяет реализовать удаленное управление сложными быстропротекающими процессами. Также предложенная технология может применяться в условиях, когда непосредственное присутствие оператора невозможно или является опасным для жизни.

В настоящей работе авторами поставлена цель - создание цифрового двойника и физического объекта моделирования с использованием средств виртуальной реальности на примере математического и физического маятника.

В процессе исследования был поставлен ряд задач: выявить математическую модель объекта моделирования, создать параметризованную 3D модель в среде «VR Concept», реализовать управление состоянием параметризованной 3D модели непрерывным потоком данных из математической модели, сконструировать физический объект моделирования, обеспечить бесперебойную передачу параметров управления состоянием от физического объекта в среду «VR Concept».

Под состоянием физического объекта авторами понимается телеметрическая информация: угловое положение вращающихся частей, координаты перемещаемых частей, напряжения и сила тока на электронных компонентах, температура, давление или расход воздуха.

Среда виртуальной реальности реализована программным обеспечением для виртуального прототипирования «VR Concept» — российский разработчик приложения виртуального прототипирования для коллективной работы с цифровыми двойниками в виртуальной реальности [2].

Для передачи данных о состоянии физической модели в «VR Concept» используется плагин SimulationManager. В данной работе используется версия «VR Concept 0.25.0».

Для передачи данных в «VR Concept» был использован протокол транспортного уровня UDP (User Datagram Protocol) - протокол дэйтаграмм пользователя.

Для примера реализации представленной технологии был разработан демонстрационный стенд «Физический маятник VR».

Аппаратное обеспечение стенда представляет собой плату микроконтроллера «ATmega328P» – «Arduino Uno» и модуль 3-х осевого гироскопа и акселерометра «GY-521» (MPU 6050).

Для обработки данных с измерительных приборов, поступающих от физического объекта, а также для организации UDP-клиента было использовано ПО «SimInTech». «SimInTech» (Simulation In Technic) – среда разработки математических моделей, алгоритмов управления, интерфейсов управления и автоматической генерации кода для контроллеров управления и графических дисплеев [3].

В модели управления, реализованной в «SimInTech» сигнал проверяется на валидность графическим блоком (здесь - отображается зависимость угла от времени, также в блоке выхода преобразованного сигнала реализовано 3D отображение маятника в реальном времени для контроля обмена информацией между «SimInTech» и «VR Concept»).

В ходе работы была создана математическая и физическая (в виде стендовой установки) модели математического маятника. Параметром, получаемым с установки датчиком и управляющей платой, является угол отклонения маятника, который задаёт положение параметризованной цифровой модели. Полученный угол, с помощью протокола UDP, в реальном времени передаётся в среду «VR Concept», где находится наблюдатель.

Данная модель предполагает развитие моделирования различных технологических операций, проводимых в течение всего жизненного цикла изделия, на его цифровом двойнике. Ускоренный процесс получения информации о текущем состоянии физической модели значительно повышает время технологических и бизнес-процессов.

#### Список литературы

1. Уткин М.А., Бойко О.В., Жабицкий М.Г. Метод динамической виртуальной визуализации физических полей и оптимизация параметров радиационной обстановки путем интерактивного оперирования в виртуальной реальности // International Journal of Open Information Technologies. 2022. Т. 10. № 8. С. 46-50.
2. ООО «VR Концепт»: официальный сайт. – Москва, 2023. URL: <https://vrconcept.net/vr/> (Дата обращения 29.03.2023).
3. ООО «3В Сервис»: официальный сайт. – Москва, 2021. URL: <https://simintech.ru/> (Дата обращения 01.03.2023).

#### УДК 534.08

#### ЗАВИСИМОСТЬ ДЕМПФИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ОТ ФОРМ КОЛЕБАНИЙ

Вахрушин Я.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

[svvaxr@student.bmstu.ru](mailto:svvaxr@student.bmstu.ru)

Научный руководитель: Хамидуллин Р.К., ст. преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Одним из основных механизмов демпфирования является внешнее трение, то есть трение, происходящее в конструкционных соединениях [1]. В отличие от внутреннего трения, внешнее трение проявляется не по всему объему конструкции, а прежде всего в стыках её элементов. Коэффициенты демпфирования, которые определяются в результате экспериментальных исследований, являются интегральными характеристиками по всему объему конструкции, но при этом рассеяние энергии по объему конструкции может быть неравномерным [2,3]. Этим можно объяснить тот факт, что при экспериментальных модальных испытаниях коэффициенты относительного демпфирования на разных тонах колебаний конструкции могут отличаться в разы, при этом не имея выраженной зависимости от частоты колебаний.

Для наглядности в данной работе проведены математическое моделирование и экспериментальные модальные испытания балочной конструкции с неравномерным распределением демпфирования по длине конструкции.

Математическое моделирование производилось в программном пакете ANSYS , анализ полученных данных проводился в среде компьютерной алгебры MATLAB. Конечно-элементная модель представляла собой консольную балку, один из элементов которой имел коэффициент демпфирования (не зависящий от частоты) в 20 раз больший, чем в остальных элементах. Свободный конец балки был нагружен единичной гармонической силой. По полученным в результате гармонического анализа АЧХ



определены логарифмические декременты колебаний каждого тона колебаний. Выявлена зависимость между логарифмическими декрементами и формой колебаний в месте локального гасителя энергии. Проведя оценку корреляции для разных тонов между формами колебаний в разных точках конструкции и логарифмическими декрементами на этих тонах, можно выявить местоположение элемента, являющегося локальным гасителем.

Для проверки применимости на практике полученных результатов проведены экспериментальные модальные испытания. В качестве объекта испытаний использовалась консольная балка с равномерным по длине распределением массы и жесткости. Для создания локального гасителя использовались бандажные резинки, намотанные в одном из сечений балки. Наличие резинок не повлияло на резонансные частоты и формы колебаний, но при этом поменялись значения логарифмических декрементов колебаний. Для тонов колебаний, где резинки располагались близко к узлам формы колебания, увеличение декрементов незначительное. Для тонов колебаний, где резинки расположены близко к максимуму формы колебаний, декремент вырос существенно. При расчете коэффициентов корреляции между формами колебаний в точках конструкции на разных тонах и значениями логарифмических декрементов на этих тонах наилучшая корреляция достигнута в точке, где располагались бандажные резинки.

По результатам данной работы можно сделать вывод, что логарифмические декременты зависят от формы колебаний в местах конструктивных соединений. Более того, используя корреляционный анализ можно локализовать места повышенного рассеяния энергии. На практике этими местами могут быть как конструктивные соединения, так и дефекты конструкции, например, незакрепленные элементы. Таким образом, результаты данной работы могут быть использованы в задачах вибродиагностики.

#### Список литературы

1. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т./Ред. совет: В. Н. Челомей (пред.). — М.: Машиностроение, 1981. Т. 6. Защита от вибрации и ударов / под ред. К.В. Фролова, 1981. 456 с.
2. Писаренко Г.С. Избранные труды / отв. ред. В.Т. Трощенко. Киев: Наук. Думка, 2010. 728 с.
3. Писаренко Г.С. Колебания упругих систем с учетом рассеяния энергии в материале / Г. С. Писаренко. Киев, 1955. 239 с.

#### УДК 629.78

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ ДОСЯГАЕМОСТИ МАЛОГО РАЗГОННОГО БЛОКА ОТ СТАНЦИИ РОС

Верзилин С.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

verzilin\_s@mail.ru

Научный руководитель: Щеглов Г.А., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В настоящее время число создаваемых малых космических аппаратов типа CubeSat стремительно растет. При этом в качестве основного средства выведения продолжают использовать разгонные блоки, разработанные для запуска космических аппаратов массой порядка 1000 кг. В настоящее время сформирован ряд малых разгонных блоков: Vigorige,

SHERPA, ION, БОТ. В работе [1] описана эффективность использования малого разгонного блока с двигательной установкой на холодном газе.

БОТ – бауманский орбитальный тягач [2], разрабатываемый командой из МГТУ им. Н.Э. Баумана, может быть применен для сверхлегкой ракеты-носителя, ракеты-носителя среднего класса и пилотируемой орбитальной станции.

Цель работы - определить зоны досягаемости малого разгонного блока «БОТ» от проектируемой российской станции РОС.

В работе были рассмотрены следующие варианты перелета:

1) миссия «*инспектор*» - перелет на рабочую орбиту и возвращение к станции РОС осуществляется с полезной нагрузкой;

2) миссия «*буксир*» - перелет на рабочую орбиту осуществляется с полезной нагрузкой, возвращение к станции РОС осуществляется без полезной нагрузки;

2) миссия «*сборщик*» - перелет на рабочую орбиту осуществляется без полезной нагрузки, возвращение к станции РОС осуществляется с полезной нагрузкой;

2) миссия «*носитель*» - перелет на рабочую орбиту осуществляется с полезной нагрузкой, возвращение к станции РОС не осуществляется.

Перелет рассматривался с опорной орбиты (орбита станции РОС) с высотой орбиты  $h = 300$  км и наклоном  $i = 97^\circ$ . Удельный импульс топлива  $J = 663$  м/с.

В результате работы была определена зависимость суммарного запаса характеристической скорости для перелета от высоты и наклона рабочей орбиты. Для каждого варианта перелета получена математическая модель для расчета массы полезной нагрузки и графические зависимости значений массы полезной нагрузки от высоты и наклона рабочей орбиты.

#### Список литературы

1. Рипка Н.Д., Щеглов Г.А. Малый разгонный блок с двигательной установкой на холодном газе. // 56-е научные чтения, посвященные разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского. 2021. Т. 3, С. 299-300.
2. Шаповалов А.В. Малый разгонный блок на газообразном топливе. // 57-е Научные чтения, посвященные разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского. 2022, Т. 1. С. 68-70

**УДК 629.78**

**ВЕРИФИКАЦИЯ МЕТОДИКИ ПОДАВЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ  
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПОГРЕНШНОСТЕЙ ЛОКАЛЬНО ИНВАРИАНТНЫМ  
МАСШТАБИРОВАНИЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УГЛОВОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ  
КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**

Воронин Е.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

Рыбаков А.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

alexsey.psp@yandex.ru

Цыганов Г.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

Научные руководители: Симоньянц Р.П., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

rps@bmstu.ru

Пилипчук С.В., ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Рассматривается проблема точности физического моделирования (ФМ) процессов управляемого углового движения космического аппарата (КА). Стенды ФМ управления ориентацией и стабилизации КА представляют практический интерес для верификации математических моделей углового движения КА, а также при обучении студентов. Такие стенды создаются во многих вузах и предприятиях. Но они не пригодны для изучения автоколебательных режимов угловой стабилизации КА, поскольку их инструментальные возмущения из-за несовершенства конструкции и, прежде всего, из-за трения в осях подвеса, многократно превышают номинальные значения моделируемых параметров, например, внешних возмущающих моментов. Решение проблемы обычно сводят к созданию специальных устройств на воздушном или магнитном подвесе [1], которые радикально усложняют конструкцию стенда, однако проблему окончательно не решают.

Типичные динамические режимы угловой стабилизации КА в условиях полета – автоколебания, характеристики которых в фазовом пространстве системы определяются параметрами аттрактора, представляющего собой замкнутую траекторию предельного цикла. Предельный цикл как геометрический образ автоколебательного состояния системы, его форма и координаты характерных точек, является в локальной области масштабным инвариантом, обладающим отношением эквивалентности. Следуя, полагаем, что два динамических объекта находятся в эквивалентных состояниях автоколебаний, если порождаемые ими предельные циклы идентичны [2]. Иными словами в качестве критерия динамического подобия периодических процессов стенда ФМ и КА принимается геометрическая близость их предельных циклов.

Задачей настоящего исследования является верификация методики подавления инструментальных возмущений с применением принципа локально-инвариантного масштабирования, впервые предложенного Р.П. Симоньянцем и соавторами в работе [2]. Рассматривается автономная система управления ориентацией и стабилизации КА при управлении трехпозиционным релейным регулятором с гистерезисом при линейном формировании управляющего сигнала в условиях действия малого возмущающего момента. Показано, что принцип «локально-инвариантного масштабирования» и теория подобия Л.И. Седова [3] позволяют за счёт изменения параметров управления и настроек регулятора стенда ФМ удовлетворять условиям подобия. Рассматриваемая методика

позволяет радикально снизить влияние инструментальных погрешностей стенда ФМ на параметры моделируемых динамических режимов.

В целях верификации методики создан стенд ФМ в виде радиоуправляемой поворотной платформы на подшипниках качения с чувствительными элементами, вычислительным устройством, электромеханическими исполнительными органами и системой питания, при помощи которого проведено ФМ и определены основные характеристики динамических режимов управляемого движения КА.

Применение методики локально-инвариантного масштабирования для ФМ углового движения КА в режиме сложных аттракторов на стенде примитивной конструкции дало положительные результаты. Влияние инструментальных возмущений на ошибку воспроизведения безразмерных параметров движения снижено более, чем на два порядка. Работоспособность методики подтверждена экспериментально.

#### Список литературы

1. Rossini L., Onillon E., Chetelat O., Allegradra C. Electromagnetic force simulations on a reaction sphere for satellite attitude control. COMSOL Conference, Paris. 2010. pp. 1–4.
2. Симоньянц Р.П., Пилипчук С.В., Шевченко В.В., Болотских А.А., Булавкин В.Н. Подавление влияния инструментальных возмущений локально инвариантным масштабированием физической модели угловой стабилизации космического аппарата. // Инженерный журнал: наука и инновации, 2020. вып. 2. DOI: <http://dx.doi.org/10.18698/2308-6033-2020-2-1959>
3. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. М.: Наука, 1977. 440 с.

#### УДК 629.764

### ВЫБОР ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛЕГКОЙ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ С ВОЗДУШНЫМ СТАРТОМ

Крюкова М.О., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

Научный руководитель: Щеглов Г.А., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В настоящее время наблюдается большая популярность малых космических аппаратов (МКА), связанная с развертыванием коммерческих много спутниковых группировок на базе аппаратов форм фактора Cube-sat. Из всех запущенных в 2021 году космических аппаратов 94% составили малые спутники, что в свою очередь составило 37% от общего числа малых спутников, запущенных за 10 лет. Растущий спрос на запуски МКА, в основном в последние годы, привел к появлению ряда проектов новых ракет-носителей (РН) малого и сверхмалого класса, специализированных на выведении МКА. Среди них – Electron, Старт-1, LauncherOne и многие другие.

Использование специализированного сверхмалого носителя при нынешнем состоянии рынка пусковых услуг значительно уступает в эффективности попутным и кластерным запускам. Но несмотря на превосходство последних, нельзя не выделить ограничения, накладываемые на время запуска, параметры орбиты выведения и технические характеристики МКА. Таким образом можно обозначить следующие требования отрасли к средствам выведения: кастомизация орбиты, оперативность выведения, удешевление технологий.

В данной работе для удовлетворения требований отрасли предложено создание РН на базе воздушного страта, имеющего ряд преимуществ [1]: экономия характеристической

скорости, возможность старта с меньшей широты и мобильность, возможность старта с любых сертифицированных аэродромов. В целях удешевления разработки, в качестве самолета-носителя рассматривается последняя модификация широко распространенного самолета Ил-76МД-90А. Для определения наилучших характеристик задаем четыре вида наиболее распространенных и перспективных топлив: керосин и жидкий кислород, несимметричный диметилгидразин и тетраоксид диазота, жидкий водород и жидкий кислород, жидкий метан и жидкий кислород.

Поиск рациональных проектных параметров РН новой схемы основан на синтезе траектории полета [2]. Рассматривается двухступенчатая РН. В расчетах используется упрощающее предположение о том, что расход топлива двигательной установки (ДУ) является постоянной величиной, и характеристики, определяющие тягу ДУ, не изменяются в зависимости от высоты полета. Движение РН описывается системой из четырех обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) с не нулевыми начальными условиями, ввиду использования воздушного старта.

Оптимальная программа изменения направления вектора тяги для выведения РН на заданную высоту при постоянном массовом расходе определяется законом изменения угла тангажа. Расчет которого проводится в соответствии с принципом максимума Л.С. Понтрягина. Для каждого участка проводится массовый анализ, с целью последующего определения габаритных параметров ступеней.

В ходе поиска рациональных проектных параметров РН новой схемы были выбраны двигательные установки (ДУ) для различных рассматриваемых вариантов топливной пары. Прототипом используемого головного обтекателя (ГО) стал ГО РН Старт. Полученные результаты габаритного анализа сравнивались с габаритами грузового отсека СН. Только две компоновки РН соответствуют накладываемым ограничениям: использующие в качестве топлива керосин и кислород и НДМГ и  $N_2O_4$ .

В рамках данной работы были определены проектные параметры двухступенчатой ракеты-носителя с воздушным стартом для выведения на низкие околоземные орбиты МКА. При коэффициенте весового совершенства  $\mu=0,12$  выбранный вариант комбинации окислитель+горючие позволяет выводить 450 кг полезной нагрузки на орбиту высотой 230 км.

#### Список литературы

1. Короткий С.А. Анализ проектных параметров аэроупругой динамики старта аэрокосмической системы из самолета носителя с учетом интенсивного вихреобразования. дис. ... канд. техн. наук: 05.07.02. МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 2010. 121 с.
2. Шульга А.А., Щеглов Г.А. Баллистическое проектирование ракеты-носителя со спасаемым головным обтекателем // Инженерный журнал: наука и инновации. 2021. № 9. DOI: <http://dx.doi.org/10.18698/2308-6033-2021-9-2109>

**УДК 629.78**

**ВЫБОР ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ И РЕГУЛЯТОРА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ЭКОНОМИЧНЫЕ РЕЖИМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ И БЫСТРОДЕЙСТВИЕ ПРОГРАММНЫХ РАЗВОРОТОВ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**

Моисеев А.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

sashamoiseev2000@yandex.ru

Обыденный В.О., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

vvv0lfram@yandex.ru

Научный руководитель: Симоньянц Р.П., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

rps@bmstu.ru

Методика выбора параметров системы управления (СУ) космического аппарата (КА), функционирующего в условиях воздействия окружающей среды – актуальный вопрос. Рассмотрим редуцированную модель движения КА относительно центра масс и определим параметры инерционных и реактивных исполнительных органов (ИО).

При выборе ИО руководствуемся тремя принципиальными требованиями. (1) Управляющие моменты, создаваемые ИО, должны парировать максимально возможный возмущающий момент на всех этапах полёта. (2) Программные развороты КА должны проходить за время, не превосходящее заданное. (3) Масса СУ должна быть минимальной. Задачу выбора ИО целесообразно разбить на этапы и решать эвристически, опираясь на основные свойства рассматриваемой нелинейной динамической системы.

На первом этапе устанавливаем значения возмущающих моментов на всех участках траектории и определяем требуемые значения управляющих моментов, обеспечивающих устойчивость и требуемую точность [1]. Но это значение не гарантирует удовлетворение другим двум требованиям.

На втором этапе необходимо провести анализ динамики возможных вариантов процесса разворота и дать оценку их качества с точки зрения удовлетворения требованиям быстрого действия разворотов. Результатом второго этапа проектной задачи будет коррекция результатов первого этапа.

Для КА с маршевой двигательной установкой, реализующей программное управление центра масс, возмущающие моменты, обусловленные эксцентриситетом вектора тяги, имеют доминирующий характер и превышают прочие возмущающие моменты на 2 – 3 порядка. Для парирования этих моментов применяют, как правило, реактивные двигатели малых тяг или газоструйные сопла. Они эффективны также и при решении задачи быстрого действия разворотов.

На третьем этапе проектного исследования рассматривается режим длительной стабилизации. Проблема стабилизации КА реактивными двигателями связана с расходом топлива. При длительной стабилизации масса израсходованного топлива становится избыточно большой. При малых величинах возмущающих моментов и ограничениях по величине минимальной длительности управляющего импульса, в СУ устанавливаются режимы автоколебаний, в которых расход топлива многократно превышает минимально необходимый, реализуемый в одноимпульсном предельном цикле [2].

На четвертом этапе вводим дополнительный контур управления ориентацией и стабилизации, включающий инерционные исполнительные органы (ИИО) – маховики или силовые гироскопы. Особенность ИИО – накопление кинетического момента под

действием внешнего возмущения. При достижении ИИО критического состояния, когда кинетический момент принимает предельное значение (насыщение), система переходит в режим разгрузки. При этом ИИО передают корпусу КА крутящий момент разгрузки (торможения), а корпус стабилизируется реактивными двигателями.

Сбросив накопленный кинетический момент, ИИО возвращаются в рабочее состояние и снова его накапливают до насыщения. Процесс повторяется многократно. Выбор ИИО осуществляется из условий, обеспечивающих минимальную массу системы. Время между разгрузками выбираем из соображений рациональной работы целевого и служебного оборудования.

Расход топлива на разгрузку определяется экономичностью режима работы двигателей стабилизации [2]. При разгрузке ИИО реактивные двигатели работают в режиме предельного цикла. Если настройки релейного регулятора выбрать надлежащим образом, в системе установится почти оптимальный одноимпульсный предельный цикл. Оптимальный режим не может быть реализован, поскольку при его возникновении наступает бифуркация предельного цикла.

#### Список литературы

1. Симоньянц Р.П. Методы пассивной ориентации и стабилизации космических аппаратов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. 132 с.
2. Симоньянц Р.П. Квантово-механическая модель динамики релейно-импульсного управления // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2016. № 3. С. 88–101

#### УДК 629.7.01:629.78

### **ЗАДАЧА КОМПЛАНАРНОГО ПЕРЕЛЁТА НА ОКОЛОКРУГОВУЮ ОРБИТУ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДВИГАТЕЛЯ МАЛОЙ ТЯГИ**

Пашин Р.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

roman.pashin99@gmail.com

Научные руководители: Аверьянов П.В., ст. преп.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Дмитриев С.Н., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Рассматривается задача оптимального управления космическим аппаратом (КА), совершающим межорбитальный перелёт с помощью двигателя малой тяги. Управление заключается в определении угла ориентации тяги в зависимости от времени, а также в выборе моментов включения и выключения электрореактивной двигательной установки (ЭРДУ), тяга которой не регулируется.

При разработке математической модели орбитального движения КА приняты следующие допущения: движение КА рассматривается в центральном гравитационном поле; вектор тяги ЭРДУ ориентирован в плоскости орбиты.

Оптимизация процесса перелёта по критерию минимизации затрат рабочего тела выполняется путём решения задачи вариационного исчисления с закрепленным левым и незакрепленным правым концами. Для этого на интервале перелёта методом Рунге-Кутты четвертого порядка с фиксированным шагом по времени интегрируется расширенная система дифференциальных уравнений, включающая уравнения орбитального движения и

сопряженные переменные. Для определения угла ориентации и функции переключения тяги используется условие экстремума гамильтониана по управлению в соответствии с принципом максимума Понтрягина.

Задача оптимизации сводится к отысканию начальных значений сопряженных переменных. Они представляются аргументами целевых функций конечных значений, которые в ходе решения минимизируются. Для этого решается двухточечная краевая задача модифицированным методом Ньютона. В качестве целевых функций приняты модуль разницы трансверсальных компонент вектора скорости и эксцентриситет орбиты в конечный момент времени.

Для последовательного нахождения оптимального решения используется симплекс-метод, на каждом шаге которого полученные начальные значения сопряженных переменных уточняются модифицированным методом Ньютона.

Для решения поставленной задачи и разработки интерфейса использована среда Microsoft Visual Studio 2019. Код программы написан на языке C#. Пользовательский интерфейс создан на основе Windows Forms и позволяет выполнять расчёт на основе данных, задаваемых пользователем. В ходе решения выводятся сообщения о процессе выполнения программы, а также параметры итерационных процессов в соответствующих вкладках главной формы. По завершении расчёта результаты представляются в отдельной вкладке, а также в виде графических зависимостей, задаваемых пользователем.

Работа созданного приложения рассматривается на примере решения задачи перелёта КА с высокоэллиптической на геостационарную орбиту. Решение найдено за 30 секунд. За это время выполнено 3 итерации симплекс-метода и 51 итерация модифицированного метода Ньютона.

Созданная программа позволяет с помощью разработанного алгоритма оптимизации решать задачи компланарного перелёта КА на околокруговую орбиту двигателями малой тяги.

#### Список литературы

1. Лебедев В.Н. Расчет движения космического аппарата с малой тягой. М.: Изд-во АН СССР, 1968. 107 с.
2. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация: Пер. с англ. М.: Мир, 1985. 509 с.

#### УДК 012

### **ЗАДАЧА ВЫДЕЛЕНИЯ ОПОРНЫХ ТОЧЕК ТРАЕКТОРИИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ**

Стёпин Д.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

Stupinds2018@mail.ru

Научный руководитель: Карпунин А.А., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Системы управления современными летательными аппаратами предназначены для управления сложными многофункциональными объектами, действующими в сложной окружающей обстановке. При этом канал зрительного восприятия является одним из наиболее важных источников информации как в автоматических, так и автоматизированных (человеко-машинных) системах управления. Вследствие этого в



последние годы на передний план всё в большей степени выходят задачи создания СТЗ для различных типов ЛА двойного назначения. Техническое (машинное) зрение — это научное направление в области искусственного интеллекта, в частности робототехники, и связанные с ним технологии получения изображений объектов реального мира, их обработки и использование полученных данных для решения разного рода прикладных задач без участия (полного или частичного) человека [1]. Обработка изображений и анализ изображений в основном сосредоточены на работе с 2D изображениями, т.е. как преобразовать одно изображение в другое. Данные операции предполагают, что обработка/анализ изображения действуют независимо от содержания самих изображений. Состав технического зрения входят несколько компонентов варьирующиеся от области применения. Типовое решение системы технического зрения включает в себя следующих компонентов: 1) Одна или несколько цифровых или аналоговых камер (черно-белые или цветные) с подходящей оптикой для получения изображений; 2) Интерфейс для изготовления изображений для обработки. Для аналоговых камер это оцифровщик изображений. Когда этот интерфейс - отдельное устройство, его называют «устройством захвата изображения»; 3) Процессор (современный ПК с многоядерным процессором или встроенный процессор, например — ЦСП); 4) Программное обеспечение технического зрения, которое предоставляет инструменты для разработки отдельных приложений программного обеспечения; 5) Оборудование ввода/вывода или каналы связи для доклада о полученных результатах; 6) Объективы, чтобы фокусировать требуемое поле зрения на формирователь изображения [2].

Техническое зрение состоит из множества подсистем. Первичная система, в которую поступает информация из внешней среды, является сенсорная система. Сенсорная система предназначена для получения информации о внешней среде и положении в ней. В отдельных системах имеются также различные чувствительные устройства — датчики, необходимые для функционирования. Система производит первичную обработку изображения для дальнейшего использования внутренних подсистем технического зрения.

При обработке изображения предъявляются 3 требования: 1) робастность – зашумленность изображения; 2) локализация – обнаружение объектов на изображении; 3) вычислительная реализуемость – возможность обрабатывать изображение на ЭВМ [3]. В исследовании использовались кадр из видеоряда. На кадрах присутствовали шумы и нечеткость. Для дальнейшего использования кадров необходимо воспользоваться методами улучшения качества изображения.

Первый метод заключался в использовании функции протяжности гистограммы для усиления контраста. Учитывая характеристики скользящих окрестностей удастся идентифицировать участки изображения по уровню контрастности и соответствующим образом на них реагировать. Благодаря этому достигается более тонкая обработка мелких деталей. Второй метод заключался в использовании формулы энтропии для уменьшения шумов. Данный метод визуально обрабатывает хуже, чем первый метод, но выигрывает в скорости обработки. После обработки необходимо выделить контуры объектов на изображениях. Использовались два метода, суть которых заключалась в умножении некоторой области изображения на шаблонную матрицу.

Подводя итог, беря во внимание три критерия: робастность, локализация и вычислительная реализуемость алгоритм работы системы удовлетворяет этим критериям.

#### Список литературы

1. Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю. Проблемы технического зрения в современной авиационных системах. М.: Федеральное государственное унитарное предприятие

- «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» (ФГУП «ГосНИИАС»), 2011. 34 с.
2. Гашников М.В., Мясников В.В., Сергеев В.В. Локальные методы выделения контуров. Самара.: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.КОРОЛЕВА», 2010. 27 с.
  3. Назирова Р.Р. Техническое зрение в системах управления мобильными объектами-2010: труды научно-технической конференции-семинара. Выпуск 4. М.: КДУ, 2011. 328 с.

### **УДК 534.08**

### **ВЛИЯНИЕ МОМЕНТА ЗАТЯЖКИ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ДЕМПФИРУЮЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНСТРУКЦИЙ**

Суслов Н.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

suslovni@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Хамидуллин Р.К., ст. преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Демпфирующие характеристики конструкции зависят от большого количества факторов, в том числе от наличия конструкционных соединений [1-3]. Фактические параметры рассеяния энергии могут быть определены только с помощью экспериментальных исследований, ведь даже в рамках одной партии изделий может возникать существенный разброс результатов динамических испытаний, описать который не представляется возможным. Одним из важным факторов, влияющих на демпфирующие характеристики конструкции, является затяжка болтовых соединений. В настоящее время в большинстве конструкторской документации отсутствуют требования по контролю величины моментов затяжки болтовых соединений. Основной целью данной работы является исследование влияния момента затяжки болтовых соединений на демпфирующие характеристики конструкций.

Для определения влияния величины момента затяжки на динамические характеристики конструкций был проведен ряд модальных испытаний с разными по величине моментами затяжки болтового соединения. В качестве объекты испытаний использовался алюминиевый швеллер длиной 0,6 метра с закрепленным посредством болтового соединения грузом, массой 10 % от массы всей конструкции. Для проведения модальных испытаний к изделию был подстыкован силовозбудитель. Задание нагрузки осуществлялось с плавно меняющейся по частоте гармонической силой. Показания снимались с помощью пьезоэлектрических вибропреобразователей посредством прикладной программы инженерного анализа Siemens LMS Test.Lab. Обработка и анализ полученных данных проводился в среде компьютерной алгебры MATLAB. В процессе исследования момент затяжки болтового соединения регулировался при помощи динамического ключа.

В ходе испытаний было выявлено, что при уменьшении момента затяжки болтового соединения на некоторых тонах колебаний конструкции происходило снижение амплитуды виброперегрузок в несколько раз (на величину более 75%), при этом датчики не фиксировали соударений в конструкции. Результаты данного исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Амплитудно-частотная характеристика существенно зависит от величины момента затяжки болтовых соединений. Уменьшение момента затяжки может привести к снижению амплитуд перегрузок на конструкции, вследствие увеличения силы сухого трения между сопрягаемыми поверхностями.

2. Изменение амплитуды колебаний зависит от формы колебаний в месте расположения болтового соединения, при этом изменение момента затяжки может приводить к небольшому смещению узлов формы колебаний.

3. Уменьшения амплитуд колебаний, зафиксированные при сопоставлении резонансных испытаний, проведенных до и после испытаний на виброненадежность, могут свидетельствовать об ослаблении конструкционных соединений.

Последний вывод актуален в вопросах вибродиагностики конструкций.

По результатам исследования сделано заключение, что для лучшей сходимости в численных значениях коэффициентов демпфирования рекомендуется предъявлять требования по контролю моментов затяжки конструкционных соединений в конструкторской документации.

#### Список литературы

1. Писаренко Г.С. Избранные труды / отв. ред. В.Т. Троценко. Киев: Наук. Думка, 2010. 728 с.
2. Писаренко Г.С. Колебания упругих систем с учетом рассеяния энергии в материале. Киев, 1955. 239 с.
3. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Вибропоглощающие свойства конструкционных материалов: справочник. Киев: Наук. Думка, 1971. 372 с.

#### УДК 629.7.015

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕСАНТИРОВАНИЯ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ СВЕРХЛЕГКОГО КЛАССА ИЗ САМОЛЁТА-НОСИТЕЛЯ

Томаев И.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

tomaevivib@gmail.com

Научный руководитель: Щеглов Г.А., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В связи с активным увеличением числа малых космических аппаратов, спрос на увеличился, при это предложение на рынке по средствам выведения недостаточно. Предложенная спроектированная аэрокосмическая система воздушного старта (АКСВС), состоящая из самолета-носителя (СН) и сверхлегкой ракеты-носителя (СЛРН), может удовлетворить потребности рынка по выведению малых полезных нагрузок. Такая система является перспективным направлением развития РКТ, и имеет ряд преимуществ, в сравнении с другими методами старта, рассмотренными в [1,2].

Мировой опыт использования АКСВС, таких как Nasa Pegasus, Virgin Orbit Launcher One, побудил спроектировать АКСВС на основе широко распространенного самолета Ил-76 в различных модификациях. Создан алгоритм численного моделирования процесса десантирования СЛРН массой 20 т, имеющей диаметр 1.6 м и длину 20 м из грузового отсека транспортного СН ИЛ-76 МД.

Был создан вычислительный конвейер пре- и пост-обработки, состоящий из только открытого программного обеспечения, реализованный на языке C++, использующий API Project Chrono. Задача обладает высокой степенью параллелизма, в связи с чем,

использовались технологии MSMPI, OpenMP, NVIDIA CUDA, широко поддерживаемых и используемых в самых различных областях науки и техники, позволяющих значительно ускорить процесс вычисления.

Таким образом, достигнута высокая модульность программы, использующая возможности API Project Chrono. К основным модулям программы относятся:

1. Модуль интегрирования дифференциально-алгебраической системы уравнений динамики, с использованием решателя GMRES, с точностью Si-2, при упругом контактом взаимодействии ОБП с ТПК, при различных линейных и нелинейных моделях трения, и варьировании шага  $\Delta t=10^{-4} \dots 10^{-6}$  с.

2. Модуль конечно-элементного моделирования, рассчитывающий контактные напряжения и деформации, которые могут быть использованы в прочностном анализе. Основной задачей этого модуля, является расчет нагрузок на упруго-массовую модель СЛРН, закрепленной абсолютно жестко на ОБП по двум концам.

3. Модуль автоматического разбиения конечно-элементной сетки, на основе программы Salome и анализа сеточной сходимости, исходя из шага интегрирования и числа Куранта;

4. Модуль решения задачи взаимодействия жидкости со стенками бака, решаемой двумя основными методами. Во-первых, методом контрольного объема, описывающим колебаний жидкости в баке на базе решателя interfoam программы OpenFOAM. Во-вторых, редуцированная маятниковая модель, позволяющая качественно оценить возмущающее взаимодействие колебаний жидкости на движение аппарата по первому тону колебаний жидкости;

5. Модуль расчета аэродинамических нагрузок на СЛРН в вихревом следе, образованного самолетом-носителем ИЛ-76 в полёте, с помощью метода вихревых петель, реализованного в программе VM3D [3], кроссплатформенного пакета вычислительной аэродинамики, разработанного на кафедре СМ-2, совместно с кафедрой ФН-2;

6. Модуль обработки результатов моделирования, на основе открытого ПО GNU Octave, на языке MATLAB и Paraview. Что позволяет представить результаты численного моделирования в пригодном для анализа виде;

В результате был сформирован адаптивный и быстрый вычислительный алгоритм, способный рассчитывать основные характеристики динамики воздушного старта СЛРН из СН. С помощью описанной программы было исследовано движение СЛРН в процессе движения по ТПК и после выхода из него.

Получены результаты решения сопряженной задачи динамики с помощью программных модулей. Было выявлено, что для безопасного безударного десантирования СЛРН достаточно двух ОБП, при определенном расстоянии между ними, а проектные параметры удовлетворяют целевую функцию СЛРН.

#### Список литературы

1. Сихарулидзе Ю.Г., Жуков Б.И. Динамические нагрузки на самолет-носитель при реализации воздушного старта ракеты-носителя (двухопорная схема) // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. 2008. № 009. 24 с.
2. Короткий С.А. Анализ проектных параметров аэроупругой динамики старта аэрокосмической системы из самолета носителя с учетом интенсивного вихреобразования: специальность 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов»: дис... канд. техн. наук. МГТУ им. Баумана. Москва, 2010. 121 с.
3. Томаев И.И., Щеглов Г.А., Каменев Н.Д. Применение нейросетевых технологий для расчета плоскопараллельных течений методом вихревых элементов // Необратимые

процессы в природе и технике: Двенадцатая Всероссийская конференция (Москва, 31 января — 3 февраля 2023 г.): труды конференции. М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. Т.1. С. 480-482.

**УДК 629.764**

## **РОБОТИЗИРОВАННЫЙ АДАПТЕР ДЛЯ МЕГАКЛАСТЕРНОГО ЗАПУСКА МИКРОСПУТНИКОВ**

Ушакова Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

uea17v014@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Щеглов Г.А., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

При кластерном запуске космических аппаратов, начиная с количества космических аппаратов больше 100, существующие системы разделения становятся неэффективными, поскольку существенно увеличивается масса адаптера. С одной стороны, это выгодно с экономической точки зрения, но с другой стороны, существует проблема разделения космических аппаратов.

Цель работы – исследовать возможность разработки адаптера-диспенсера, предназначенного для осуществления мегакластерного запуска 416 микроспутников, и разработать компоновочную схему.

Развитие микроэлектроники, вычислительной техники и технологий телекоммуникаций создало предпосылки к ускоренной разработке многочисленных проектов малых космических аппаратов (МКА) при сравнительно небольших затратах времени и средств. Существующие возможности попутного или группового выведения при этом оказываются явно недостаточными. С целью смягчения ограничений для владельцев МКА в космической промышленности были инициированы работы по нескольким направлениям, среди которых создание специальных многоместных адаптеров-диспенсеров, разработка облегченных несущих конструкций и предоставление устойчивых стандартных условий для попутного выведения МКА на эксплуатируемых ракетах-носителях (РН), что позволило бы перейти к надежному планированию запусков.

Системы разделения подразделяются на системы с первичной полезной нагрузкой (системы разделения с использованием стяжных лент), системы с вторичной полезной нагрузкой (кольца с отверстиями для монтажа или контейнеры P-POD) и так называемые «созвездия» космических аппаратов (Starlink).

«Созвездия» применяются для очень большого количества МКА. В работе представлен обзор современных проектов адаптеров-диспенсеров для мегакластерных пусков: конструкция Starlink, в которой спутники скреплены друг с другом пружинами; Disk-sat, в котором спутники укладываются «стопкой» и выталкиваются подпружиненным основанием; ленточный механизм, где система подачи закручена по спирали вокруг несущей конструкции внутри обтекателя. Существуют адаптеры манипулятором, который отделяет МКА от магистральных элементов.

В работе также используется концепция системы P-POD – стандартизированной системы для вывода на орбиту, представляющей собой прямоугольный контейнер с крышкой и пружинным механизмом. По сигналу с РН о начале вывода на орбиту включается освобождающий механизм P-POD'а, и несколько торсионных пружин в петле открывают крышку, и CubeSat'ы выталкиваются пружиной по направляющим P-POD'а.

В программном комплексе САПР SolidWorks была разработана модель требуемого адаптера-диспенсера и механизм отделения спутников и выведения их в открытый космос.

Список литературы.

1. Nisanur Eker, Thomas Sinnb, Thomas Lundc, Joram Gruber, Alexander Titze , Ambre Raharijaonaf , Antonio Pedivellanog. Novel satellite separation solutions for the next generation of satellite constellations. Paris, France, 2022. URL: [http://akf.bmstu.ru/file/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8/4\\_%D0%A3%D1%88%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0\\_%D0%95.%D0%90..pdf](http://akf.bmstu.ru/file/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8/4_%D0%A3%D1%88%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%95.%D0%90..pdf) (Accessed 11.04.2023)
2. Прокопьев В.Ю., Кусь О.Н., Оссовский А.В. Малые космические аппараты стандарта CubeSat. Современные средства выведения // Вестник науки Сибири. 2014. № 2 (12). С. 71-80.
3. Turner A.E. Patent. EP 3 854 699 A1 European patent application. 2021.

## РАЗДЕЛ «БЕЗОПАСНОСТЬ В ЦИФРОВОМ МИРЕ»

УДК 343.98

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛЕДОВАТЕЛЕМ ИНФОРМАЦИИ ИЗ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ В ЦЕЛЯХ РАСКРЫТИЯ, РАССЛЕДОВАНИЯ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПРЕСТУПЛЕНИЙ

Адаменко К.Т., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

adamenkoko@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Воронкова Д.К., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

Социальные сети, к сожалению, являются эффективным инструментом для распространения экстремистских и террористических материалов, распространения наркотиков, мошенничества и других правонарушений, выходящих за рамки уголовного права. Поэтому следователь должен уделить особое внимание подробному изучению и анализу социальных сетей с целью сбора сведений о личности, которые могут иметь значение для уголовного дела. Во-первых, информация в социальных сетях имеет свойство накапливаться и храниться достаточно длительный период времени [1]. Во-вторых, современность задаёт тренды, которые говорят о стремлении к открытости в социальных сетях, поэтому страницы, особенно молодых людей, могут отражать их увлечения, образ жизни и окружение.

Чаще всего в качестве криминалистически значимой информации выступает переписка между пользователями социальной сети. Переписка может содержать непосредственно текстовые сообщения, фото-, видео- и аудиофайлы, аудиовизуальные сообщения. Кроме того, такая информация может подтверждать подготовительные действия к преступлению (предварительный сговор, знакомство с будущей жертвой, планирование преступного деяния), факт непосредственного совершения преступления (угроза убийством, фотографии с места преступления, развратные действия, возбуждение ненависти или вражды и т.д.), указывать на поведение лица после совершения преступления (запугивание потерпевшего или свидетеля, желание скрыться) [2]. Социальные сети дают сведения, определяющие основные идентификационные параметры личности (фамилия, имя, отчество; дата и место рождения; место жительства и т.д.). Также можно получить сведения о внешности лица по фотографиям и видеозаписям, имеющимся на странице, о его интересах, социальном окружении, местонахождении (что особенно актуально при розыске пропавших без вести лиц) и т.д. [2].

Выяснение информации о личности допрашиваемого из его социальных сетей является важной частью подготовительной стадии допроса. Традиционными способами получения такой информации служат опросы знакомых, друзей и родственников, а также направление запросов в различные организации. Однако применение таких методов может вызвать утечку информации. Использование информации из социальных сетей позволяет следователю оставаться незаметным и зачастую снабжает его более достоверными сведениями [3].

Грамотное использование данных в социальной сети «ВКонтакте» может помочь как при пресечении таких преступлений, так и при выявлении всевозможных торговых путей распространения наркотических средств, а также при поимке торговцев, продающих наркотические вещества. Ежедневно набирающий популярность мессенджер «Telegram»

также может оказать помощь в поиске важной информации для следователя. Препятствием для поиска следователя в данном мессенджере является его функционал, обеспечивающий приватность граждан, а именно Telegram позволяет создавать секретные чаты с таймером на удаление. Однако, Telegram позволяет за несколько минут вычислить точные координаты своих пользователей, использующих встроенный сервис «Люди рядом».

Таким образом, был составлен алгоритм действий для сбора информации о личности в сети Интернет, который может быть использован в работе следователя: выбор способа осмотра страницы в социальных сетях; использование поисковой системы при условии подключения компьютера/устройства к сети Интернет; анализ полученной информации (изучение фотографий, видеозаписей, сообществ, друзей, поиск адресных ссылок на другие профили); фиксация криминалистически значимой информации в социальных сетях (с помощью скриншотов); завершение поисковой деятельности и подтверждение уже найденной информации, а именно повторный ввод фамилии, имени объекта исследования в поисковую строку в браузере и просмотр информации по упоминаниям в СМИ, публикациям, участию в мероприятиях и т.д.

#### Список литературы

1. Гамбарова Е.А. К вопросу о методике использования социальных сетей в работе следователя // Юридический вестник Самарского университета. 2017. Том 3. №3. С. 137-141.
2. Денисов Е.А. Социальные сети как источник криминалистически значимой информации // Организационное, процессуальное и криминалистическое обеспечение уголовного судопроизводства. Материалы VI Международной научной конференции студентов и магистрантов (Симферополь, 15 декабря 2017г.) Издательство: ИТ «АРИАЛ». 2017. С.28-29.
3. Пискунова Е.В. Использование данных, содержащихся в социальных сетях, для расследования и раскрытия преступлений // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 4, Государство и право: Реферативный журнал. 2018. С.168-172.

#### УДК 343

### **АКТУАЛЬНЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМЫ УГОЛОВНО-ПРАВОВОЙ ОЦЕНКИ НЕОКАЗАНИЯ ПОМОЩИ БОЛЬНОМУ**

Бочарова Т.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

bocharovatd@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Милаева М.Ю., к.ю.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

Жизнь и здоровье человека – это общепризнанные ценности. Вопросы их охраны являются приоритетным направлением в политике любого государства. Ценность человеческой жизни обуславливает необходимость особенно тщательно расследовать преступления, связанные с нарушением принципов здравоохранения. Один из таких принципов – принцип недопустимости отказа в оказании медицинской помощи, нормативно закрепленный законодателем в ст. 11 ФЗ от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 28.12.2022) "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023) [1]. Ст. 124 УК РФ «Неоказание помощи больному»



устанавливает уголовную ответственность за «неоказание помощи больному без уважительных причин лицом, обязанным ее оказывать...» [2].

Статистика по количеству уголовных дел, заведенных по ст. 124 УК РФ, на период с 2017 года по первое полугодие 2022 отсутствует, что свидетельствует о том, что данная статья на практике почти не применяется. Но проанализировав статистику за тот же период по другим статьям, по которым могут быть привлечены медицинские работники, можно сделать вывод, что количество правонарушений в этой сфере не уменьшается [3]. Это значит, что статья 124 УК РФ не используется не из-за отсутствия правонарушений в этой сфере, а из-за сложностей, возникающих в связи с ее применением, в частности с квалификацией деяний по данной статье.

Рассмотрим признаки состава преступления ст. 124 УК РФ. Объектом исследуемого преступления является здоровье или жизнь человека. При этом потерпевшим признается «больной», но определения данного понятия нет ни в одном нормативном правовом акте. Оно слишком размытое: автор работы считает, необходимо заменить в статье понятие «больной» на «лицо, нуждающееся в медицинской помощи».

Обратимся к содержанию объективной стороны. Деяние признается преступным, если его составляло «чистое» бездействие, которое заключалось в неоказании помощи больному без причин, считающихся уважительными. По мнению автора, уголовная ответственность по ст. 124 УК РФ должна наступать не только за неоказание, но и за ненадлежащее оказание помощи больному. Это позволит избежать проблем с квалификацией преступлений в спорных ситуациях и сделает ст. 124 УК РФ более универсальной для определения наказания, назначаемого медицинским работникам.

Субъект рассматриваемого состава преступления – специальный. По ст. 124 УК РФ могут быть привлечены не любые лица, а только те, в обязанности которых входит оказание медицинской помощи. Субъективную сторону образует неосторожная форма вины: легкомыслие или небрежность.

Состав ст. 124 УК РФ является материальным, а это значит, что между деянием и последствиями необходимо установить прямую причинно-следственную связь для квалификации правонарушения по данной статье. Но стоит отметить, что это становится довольно затруднительным, поскольку деяние в данном случае – это бездействие. Неясно, как определить, какой «вклад» внес медицинский работник своим бездействием в итоговое состояние пострадавшего. По мнению автора, следует сделать состав преступления, предусмотренного ст. 124 УК РФ, формальным.

В итоге, опираясь на приведенные доводы, автор работы предлагает новую редакцию ст. 124 УК РФ. В ней понятие «больной» должно быть заменено на «лицо, нуждающееся в медицинской помощи», в диспозиции необходимо предусмотреть наступление уголовной ответственности не только за неоказание, но и за ненадлежащее оказание помощи больному, состав преступления следует сделать формальным.

#### Список литературы

1. Федеральный закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102152259> (Дата обращения 26.04.2023).
2. Уголовный кодекс Российской Федерации. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody&nd=102041891> (Дата обращения 26.04.2023).
3. Судебная статистика // Судебный департамент при Верховном суде Российской Федерации. URL: <http://www.cdep.ru/index.php?id=79> (Дата обращения 26.04.2023).

**УДК 343****КОНСТИТУЦИОННО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ТРУДОВОГО ПРАВА РФ**

Варламова В.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

varlamovava@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Лапшина И.Е., к.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

Трудовое право является составной и неотъемлемой частью правовой системы РФ.

Трудовое право есть отрасль права, которая регулирует трудовые и тесно связанные с ними отношения. Конституционное право является фундаментом всех отраслей права, в том числе и трудового, оно устанавливает основы правового регулирования трудовых отношений.

Особое место среди источников права РФ, в том числе трудового, занимает Конституция РФ, которая была принята 12 декабря 1993 года всенародным голосованием. В соответствии со ст. 15 Конституции РФ Конституция Российской Федерации имеет высшую юридическую силу, прямое действие и применяется на всей территории России. Законы и иные правовые акты, принимаемые в Российской Федерации, не должны противоречить Конституции РФ. В Конституции РФ закреплены основные положения о правах и обязанностях гражданина, как участника трудовых правоотношений. В частности (ст. 37 Конституции РФ) право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, запрет принудительного труда, свободу труда, на вознаграждение за труд без дискриминации и не ниже установленного федеральным законом МРОТ, право на защиту от безработицы, а также право на отдых и прочее. Конституция в данном случае выступает гарантом справедливости правовых норм в случае возникновения коллизий между другими источниками права. Кроме того, основополагающим в трудовом законодательстве РФ является Трудовой кодекс РФ. Он закрепляет не только основные положения правового регулирования труда, но и вопросы, которые возникают между работником и работодателем [3]. К иным нормативным правовым актам Трудового права РФ можно отнести Федеральные конституционные законы, Федеральные законы, указы Президента РФ, постановления Правительства РФ, инструкции, разъяснения и постановления Минтруда РФ и т.п.

Трудовое право, как и все отрасли российского права, представляет собой сложную

совокупность правовых норм. Такая совокупность и образует систему отрасли права. Так что такое система отрасли права? Это комплекс юридических норм, которые образуют единое целое (отрасль) с их внутренним разделением на относительно самостоятельные и взаимосвязанные структурные образования (институты) и их части (субинституты).

В свою очередь, институты подразделяются на две части – Общую и Особенную. В общую часть Трудового права входят те правовые нормы, которые относятся к правовому регулированию трудовых отношений всех работников в целом: сферу действия трудового права, основное содержание трудовых и непосредственно связанных с ними отношений, правосубъектности их участников, а также порядок установления норм права в сфере труда. Особенная же часть Трудового права значительно шире Общей, хотя их функции различны: с одной стороны, нормы Особенной части нужны для того, чтобы регулировать отдельные элементы содержания трудовых отношений, с другой – они регулируют один из видов трудовых отношений.

Изменения в Конституцию, внесенные №ФКЗ-1 «О совершенствовании регулирования отдельных вопросов организации и функционирования публичной власти» относятся, в частности, и к сфере трудовых отношений. Ст.75.1 Конституции РФ вводит понятие «человек труда» [2], юридический смысл и содержание которого должно раскрываться нормами трудового права.

В ст. 75 были включены пункты 5-7, в которых подчеркивается уважение к труду граждан и «обеспечение защиты их прав», устанавливается гарантированный минимальной размер оплаты труда не ниже прожиточного минимума трудоспособного населения «в целом по Российской Федерации», а также гарантируется «адресная социальная поддержка граждан», социальное страхование и т.д. Теперь в п. 7 ст. 75 Конституции РФ на конституционном уровне закреплена одна из основных задач правового регулирования трудового законодательства, установленная в ст. 1 Трудового Кодекса РФ – обязательное социальное страхование в случаях, предусмотренных законом [3].

В целом было усилено конституционное регулирование трудовых отношений и непосредственная связь конституционного и трудового законодательства. Изменения в Конституции РФ обогатили содержание основных принципов правового регулирования трудовых отношений, таких как: социальное партнерство, включающее в себя право на участие работников, работодателей, их объединений в договорном регулировании трудовых отношений и иных непосредственно связанных с ними отношений; обеспечение права каждого на защиту государством его трудовых прав и свобод, включая судебную защиту и ряда других.

#### Список литературы

1. Лапшина И. Е. Конституционное право Российской Федерации. Модули 1-3: учебное пособие. Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. 81 с.
2. Конституция Российской Федерации. // URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102027595> (Дата обращения 28.04.2023)
3. Трудовой кодекс Российской Федерации. // URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102074279> (Дата обращения 28.04.2023)

#### УДК 343.9

#### **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ В ЦЕЛЯХ ИССЛЕДОВАНИЯ И УСТАНОВЛЕНИЯ СЛЕДОВ ОБУВИ**

Гуляева Ю.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

[gulyaevayur@student.bmstu.ru](mailto:gulyaevayur@student.bmstu.ru)

Научный руководитель: Купин А.Ф., к.ю.н., доцент,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

Для исследования и установления следов обуви применяются различные средства, в том числе программные обеспечения, одним из которых является «DigTrace». Оно предназначено для исследования следов обуви посредством создания трехмерных моделей с помощью фотограмметрии. Кроме того, программа предоставляет возможности визуализации моделей, проведения ряда измерений и сравнения полученных следов обуви.

Функционал данного программного обеспечения позволяет решать задачи как идентификационного, так и диагностического характера, а именно:

- проводить сопоставление и устанавливать группу обуви;
- по общим признакам исключать из группы;
- определять индивидуально-конкретное тождество;
- определять размеры обуви;
- устанавливать особенности обуви (например, отобразившуюся в следе маркировку изготовителя) и другие.

Для получения трехмерной модели необходимо изначально провести процедуру фотографирования обнаруженного следа обуви. Она состоит из фотографирования: обнаруженного следа обуви по правилам масштабной фотосъемки; боковых сторон обнаруженного следа под разными углами; обнаруженного следа обуви, визуально разделенного на 6-8 секций по правилам детальной фотосъемки [1].

Далее все полученные фотографии загружаются в программу DigTrace в раздел «Create». Для создания трехмерной модели достаточно просто запустить процесс генерации при помощи функции «Generation», которая включает в себя распознавание пикселей на разных фотографиях и вычисление их местоположения в трехмерном пространстве. Программное обеспечение может обрабатывать данные в различных масштабах длины - от субмиллиметра до нескольких метров [2].

Для производства последующих измерений необходимо воспользоваться функцией «Measure». С ее помощью необходимо отметить контрольные точки и указать имеющиеся размерные характеристики обнаруженного следа обуви для последующего его анализа.

Кроме того, данная программа содержит такой важный раздел, как «Compare». Благодаря его функциям можно сравнивать по 2 полученных модели на первом этапе. В рамках трасологического исследования функции данного раздела полезны для решения различного рода идентификационных задач.

Рассмотренная программа обеспечивает полный рабочий процесс, связанный с анализом следов обуви от создания трехмерных моделей с помощью фотограмметрии, визуализации этих моделей и проведения измерений до сравнения, сопоставления обнаруженных следов обуви.

Тем не менее, можно выделить 3 недостатка работы данной программы, которые могут повлиять на качество исследования:

1. На первом этапе необходимо сделать большое количество фотографий найденных следов обуви. Тем не менее, неспособность сделать достаточное количество фотографий приводит к получению некачественной модели. В то же время, слишком большое количество загруженных фотографий может привести к замедлению работы программы, а в некоторых случаях – к сбою;

2. Поверхности с небольшим контрастом пикселей (например, однородный цвет) приводят к наличию больших пустых частей на модели, что может затруднить ее исследование [2]. Для решения данной проблемы в процессе фотографирования возможно использование поляризационного фильтра;

3. Модель может не получиться из-за того, что изображения слишком большое (т.е. по разрешению) [2]. В то время как изображения с низким разрешением может привести к некачественной модели.

Таким образом, функционал программного обеспечения «DigTrace» является достаточно эффективным для автоматизации работы эксперта в целях исследования и установления следов обуви. С помощью данного программного обеспечения возможно исследование найденных следов обуви посредством создания трехмерной модели. Каждый из разделов направлен на решение своей группы задач. Так, с помощью раздела «Measure» можно решать различные вопросы диагностического характера посредством проведения измерений, а с помощью раздела «Compare» — вопросы идентификационного

характера посредством проведения сопоставления созданных ранее в разделе «Create» 3D моделей.

#### Список литературы

1. Ханна Дж. Лорсен, Мэтью Р. Бэннет. Эмпирическая оценка надежности программного обеспечения фотограмметрии при восстановлении трехмерных оттисков обуви // Forensic Sciences. 2020. № 5. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/323108559.pdf> (Дата обращения 10.03.2022)
2. Руководства // DigTrace. URL: <https://www.digtrace.co.uk/manuals> (Дата обращения 13.04.2022).

#### УДК 347.77

#### СУДЕБНАЯ ПАТЕНТНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Дончук А.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

sachadonchuk2001@mail.ru

Научный руководитель: Григорьев Ю.В., к.т. н., с.н.с., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире», ООО «Независимое патентное агентство»

Судебная патентно-техническая экспертиза проводится для установления факта использования объекта, охраняемого действующим патентом. Объект признаётся использованным, если продукт содержит, а в способе использован каждый признак независимого пункта его формулы [1].

Судебная патентно-техническая экспертиза проводится в отношении объектов техники. В отличие от экспертиз, проводимых в отношении объектов авторского права или средств индивидуализации, её результаты практически не определяются впечатлением от восприятия объекта и красноречием сторон [2]. Патентно-техническая экспертиза оперирует сугубо техническим языком; оспорить выводы эксперта лицу без специальных технических знаний практически невозможно, разве что по процедурным нарушениям. Термины в патентном описании не всегда бывают понятны даже специалисту в конкретной области техники, поскольку зачастую новые термины не успевают получить своё закрепление в стандартах или в словарях, научно-технической литературе или иных источниках информации. Эксперт должен разобраться в используемой терминологии, проверить её широту распространения, устойчивость во времени, многозначность толкования, используя при этом все общедоступные источники, а не только «словарно-справочную литературу», как указано в нормативных документах.

Вторая особенность – огромное разнообразие областей техники. Найти в государственных судебно-экспертных учреждениях эксперта, компетентного в требуемой области, практически невозможно. Поэтому стороны часто ищут экспертов в круге своих знакомств, что порождает обвинения в необъективности экспертизы. На практике эксперт всегда предварительно знакомится с предметом экспертизы и обычно отказывается от проведения экспертизы, если её предполагаемый результат окажется не в пользу предлагающей стороны. Подобная забота о своей репутации демонстрирует некоторую заинтересованность в исходе дела, и для того, чтобы избежать обвинений, эксперту не следует соглашаться на личные встречи и телефонные звонки, посещать заседания суда

без прямого приглашения, а при возникновении таковых можно объяснять свой контакт со сторонами оценкой предстоящих задач и обсуждением особенностей объекта.

Третья особенность – специфика представленных на исследование материалов. Нередки случаи, когда патентообладатель выступает против применения разрушающих образец методов исследования. Подобное возражение уместно только в отношении уникального образца. Возражать против разрушения серийного образца нельзя.

Довольно часто от эксперта требуют проведения экспертизы по подлинникам конструкторской и технологической документации, в то время как при изготовлении продукции используются не подлинники, а рабочие копии, в которые могли быть внесены изменения [2]. Во избежание неверных выводов эксперт должен требовать документацию с актуальными данными или исследовать сам натуральный объект. Для того чтобы не допустить обвинений в сборе материалов, эксперту следует настоять на включении в определение суда о назначении экспертизы положения, которое бы обязывало одну из сторон предоставить необходимую для проведения исследования документацию и натурные образцы изделия по месту её/их расположения, а также дополнительные материалы по первому требованию эксперта. На практике эксперт обычно использует несколько десятков информационных источников даже в случае простоты исследуемых технических решений, поэтому ограничение объёма используемой им информации будет нарушать принцип объективности исследования.

Для технически сложных изделий разового или единичного производства (сооружений и технологических комплексов) нередки ситуации, когда в ходе монтажа, наладки, эксплуатации в них вносятся изменения, подводящие объект под действие какого-либо патента либо, наоборот, выводящие из-под его действия, при этом изменения в подлинники документации не вносятся. Если одна из сторон заявляет о подобных незафиксированных изменениях либо документация является внутренней и суд отказывается принять её во внимание, эксперту следует провести исследование объекта на месте, при этом во втором случае суд не имеет право отказать ходатайству заинтересованной стороны о проведении такого исследования.

Особенности судебной патентно-технической экспертизы должны учитываться экспертом и другими участниками процесса. Их понимание обеспечит эффективность производства экспертизы и поможет избежать процессуальных нарушений, приводящих к затягиванию процесса.

#### Список литературы

1. Гражданский кодекс Российской Федерации от 18.12.2006 №230-ФЗ. Доступ из СПС Консультант Плюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_64629/?ysclid=li31j81lnt907614375](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64629/?ysclid=li31j81lnt907614375) (Дата обращения 29.04.2023).
2. Григорьев Ю.В. Судебная патентно-техническая экспертиза // Теория и практика судебной экспертизы. 2023. Т. 18. №2. С. 46-52.

**УДК 347.2****ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ В ГРАЖДАНСКОМ ПРОЦЕССЕ**

Жучкова А.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

nastyazhuchkova2002@mail.ru

Сучкова Ю.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

suchkovaui@yandex.ru,

Научный руководитель: Сафонова Н.А., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

Электронная цифровая подпись (ЭЦП) - это метод электронной аутентификации, который гарантирует подлинность электронных документов и проверку их целостности. Она работает путем использования криптографических методов, что позволяет связать подпись с конкретным документом и подтвердить идентификатор личности подписывающей стороны. ЭЦП может использоваться в различных областях, включая электронную почту и электронную коммерцию, а также в юридических и государственных процессах. Она повышает степень безопасности и защиты цифровых данных и документов, а также уменьшает риск неправомерных изменений или подделок. В РФ основные вопросы об электронной подписи регламентируются в Федеральном законе N 63-ФЗ «Об электронной подписи» [1].

Процесс создания цифровой подписи включает в себя несколько этапов. В-первых, хэширование документа, что приводит к созданию уникальной цифровой суммы, называемой хэш-значением. Следующий этап - шифрование хэш-значения с помощью закрытого ключа, который принадлежит подписывающей стороне. Этот процесс создает цифровую подпись. Далее цифровая подпись добавляется к документу вместе с хэш-значением. После создания ЭЦП и добавления ее к документу осуществляется проверка цифровой подписи. Данный процесс состоит в том, что извлекается хэш-значение из документа, а цифровая подпись расшифровывается с помощью открытого ключа подписывающей стороны, в результате чего создается еще одно хэш-значение. Заключительным этапом проверки является сравнение извлеченного из документа хэш-значения с полученным из расшифровывания цифровой подписи. Соответственно, если они совпадают, то подпись считается подлинной и действительной.

Использование цифровых технологий для участия в гражданском процессе является перспективным направлением взаимодействия участников споров [2]. Гражданский процессуальный кодекс Российской Федерации предусматривает возможность использования электронных документов. Так, ч. 1 ст. 71 определяет письменные доказательства как документы и материалы, выполненные в форме цифровой, графической записи, в том числе полученные посредством факсимильной, электронной или другой связи либо иным позволяющим установить достоверность документа способом.

Схожие положения есть в Гражданском кодексе Российской Федерации, где допускается и использование ЭЦП. П. 2 ст. 160 ГК устанавливает, что использование при совершении сделок электронной подписи, как и другого аналога собственноручной подписи, допускается в предусмотренных законом случаях или по соглашению сторон.

В гражданском процессе электронная цифровая подпись (ЭЦП) используется для обеспечения аутентичности и целостности электронных документов, в том числе судебных документов, которые передаются между сторонами, судом и другими

участниками процесса. Конкретными примерами возможности практического применения ЭЦП в гражданском процессе являются:

1. Подписание договоров (ЭЦП обеспечивает юридическую значимость электронной формы подписи, так что электронные документы, подписанные ЭЦП, равноценны бумажным документам);

2. Подача документов в суд (ЭЦП, в данном случае, позволяет подписывать эти документы для гарантии их подлинности и целостности);

3. Представление доказательств: ЭЦП также используется для представления доказательств в гражданском процессе (документы, относящиеся к делу, могут быть подписаны ЭЦП для обеспечения их юридической значимости);

4. Аутентификация участников процесса (переписки и документы могут быть подписаны ЭЦП, чтобы гарантировать, что сообщение или документ был отправлен или подписан участником, личность которого была подтверждена)

Таким образом, ЭЦП в гражданском процессе на данный момент имеет широкий спектр применений и может способствовать упрощению и ускорению процесса документооборота, при этом также обеспечивая его безопасность.

#### Список литературы:

1. Федеральный закон "Об электронной подписи" от 06.04.2011 N 63-ФЗ / URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_112701/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112701/) (Дата обращения 01.04.2023)
2. Олейникова П.А., Сафонова Н.А. Современные способы фиксации доказательств в гражданском процессе // Право и государство: теория и практика. 2021. № 6(198). С. 290-293.
3. Схема формирования. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/shema-formirovaniya-i-proverki-elektronnoy-tsifrovoy-podpisi-na-osnove-otkrytogo-kollektivnogo-klyucha-dlya-zaschischnogo/viewer> (Дата обращения 01.04.2023 г.)

#### УДК 343.985.44

#### **ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СЛЕДСТВЕННОГО ОСМОТРА**

Зайцева А.В., курсант

МосУ МВД России имени В.Я. Кикотя, Институт подготовки сотрудников для органов предварительного расследования

zayats1321@yandex.ru

Научный руководитель: Вихляев А.А., преподаватель кафедры «Противодействие преступлениям в сфере информационно-телекоммуникационных технологий»

МосУ МВД России имени В.Я. Кикотя

Представьте, что вы можете смотреть на место преступления в 3D, как в видеоигре или виртуальной реальности. Теперь это реально благодаря 3D-сканированию при проведении различных видов следственного осмотра. Его результаты представляют собой цифровую документацию преступления, что выступает ценным аспектом при его расследовании. К сожалению, в практике правоохранительных органов 3D-реконструкция на данный момент еще не получила широкого распространения. Это объясняется дорогим и специализированным оборудованием для оцифровки, которое на данный момент малодоступно в силу технических возможностей. Однако появление высокоточных, но недорогих устройств, способных сканировать окружающую среду или конкретные



объекты и переносить их в вид 3D-моделей, зарекомендовало себя как надежная альтернатива традиционным способам фиксации.

Потребность в точном картографировании мест преступлений привела к адаптации технологии лазерного сканирования, и теперь целые места преступлений могут быть сняты и реконструированы с точностью до миллиметра. Многочисленные полезные анализы, такие как определение траекторий пуль, отображение следов крови или сравнение следов рук на оружие с отпечатками папиллярных узоров, теперь можно проводить в 3D-пространстве, выявляя новую информацию посредством реконструкций сложных мест преступлений, которые, вероятно, были невозможны с помощью обычных методов.

Трехмерное сканирование в ходе осмотра места происшествия в последнее время привлекает внимание как альтернативный или дополнительный инструмент для фотографической фиксации. В 3D-пространстве можно реконструировать всю сцену дорожно-транспортного происшествия, и даже человеческую кожу и расческу с целью определения, являются ли садины на коже результатом воздействия осматриваемого объекта.

Остановимся на отдельных образцах техники, способных провести 3D-сканирование. Так, датчик Kinect v2 RGB-D используется для реконструкции места преступления, происходящего в небольшой комнате, при этом несколько ее снимков объединяются в единую 3D-сетку. При помощи сканера FARO Focus LS120 возможно произвести сканирование стен для анализа картины крови на ней. С целью документирования и измерения траекторий пуль при попадании, например, в гипсокартонные панели под различными углами по результатам исследований [1], лучше всего использовать сканер FARO Focus S350.

При помощи Gom ATOS Compact Scan 5M, сканера со структурированным освещением, специалисты [2] на примере сканирования «ран» на арбузе, принявшего вид грубой имитации человеческой кожи, и нескольких соответствующих им бытовых инструментов, смогли продемонстрировать уточнение инструмента нанесения раны в 3D-пространстве.

3D-сканирование активно используется и в качестве инструмента расследования для определения источника взрыва и моделирования динамики взрыва в целом.

Упомянутые 3D-сканеры являются сканерами общего назначения, получившие широкое распространение, однако существуют и устройства для специализированных задач. Например, TopMatch-3D – лабораторный сканер, специализирующийся на экспертизе огнестрельного оружия.

3D-сканирование места происшествия и последующая работа следователя и экспертов с получившейся 3D-моделью позволяет неограниченное количество раз возвращаться на место происшествия без каких-либо изменений. Оно предоставляет возможность детально реконструировать преступление и подробно изучить все его элементы, которые при первом осмотре места происшествия могли быть упущены. Также зафиксированные при помощи 3D-сканирования модели мест происшествий достаточно удобно демонстрировать в зале суда в качестве доказательств по делу, причем не статично, а в динамике. Кроме того, применение технологий 3D-сканирования эффективно при изъятии следов обуви, рук, зубов и т.д.

Технологии 3D-сканирования и 3D-моделирования эффективны также при наружном осмотре трупов. Преимущество такого метода выражается не только в возможности «консервирования» облика трупа, но и в реконструкции и последующей идентификации трупов, которые, например, сгорели, либо длительное время находились в воде [3]. Тело трупа сканируется и осматривается далее экспертом уже в виртуальном

пространстве, то есть он работает не с самим телом, а с его 3D-моделью. Такой подход позволяет точно, детально и надолго зафиксировать повреждения на костях и мягких тканях.

Чаще всего в целях компенсации технических недостатков в 3D-сканировании при определенной технической возможности используется более одного сканирующего устройства. В ходе ряда экспериментов также зафиксировано, что 3D-материалы превосходят 2D-аналоги, так как позволяют использовать новые области анализа, например, следов папиллярных узоров пальцев (анализ кривизны пальца).

Таким образом, использование преимуществ 3D-технологий имеет большое значение для документирования физического содержимого места происшествия, а также изъятия с него следов преступления и многоразового, детального осмотра трупов как людей, так и животных, повреждений на них и живых лицах (освидетельствование). 3D-фиксация позволит в будущем облегчить работу следственных органов и экспертных учреждений, повысив эффективность использования визуальных образов при расследовании преступлений, а также, однозначно, расширит свое применение, так как обладает большим потенциалом для криминалистики.

#### Список литературы

1. Лисио Э., Ле К., Гурын Х. Точность и воспроизводимость траекторий пуль в зоне FARO 3D. 2020, С. 214–220. DOI: 10.1111/1556-4029.14144
2. Фарни С., Делемон О., Кампана Л., Грабхерр С. Исследовательское исследование вклада 3D-сканирования поверхности на предмет связи травмы с ее вызывающим инструментом. 2019, С. 1167–1176.
3. Сакума А., Исии М., Ямамото С., Шимофуса Р., Кобаяси К., Мотани Х., Хаякава М., Ядзима Д., Такеичи Х., Ивасе Х. Применение посмертной трехмерной компьютерной реконструкции лица для идентификации личности // Журнал судебных наук. 2010. Т. 55, № 6. С. 1624 – 1629.

#### УДК 347

#### СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ

Кузина А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

kuzinaaaa@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Виноградова Т.С., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

В работе рассматриваются типы средств индивидуализации, регистрация объектов интеллектуальной собственности, недобросовестная конкуренция. Актуальность изучения данного вопроса состоит в необходимости учитывать конкретные обстоятельства и потребности каждого участника гражданско-правовых отношений, чтобы достичь баланса между правами и интересами сторон, обеспечить справедливость и равенство перед законом.

Средство индивидуализации — это обозначение, идентифицирующее (выделяющее) предмет индивидуализации и позволяющее отличать его от подобных ему предметов.

Предметом индивидуализации являются участники гражданского оборота и производимая ими продукция (работы, услуги).

Объектом же непосредственно являются сами средства индивидуализации.

К средствам индивидуализации, согласно главе 76 Гражданского кодекса, относятся: товарные знаки, фирменные наименования, знаки обслуживания, региональные бренды (наименования мест происхождения товаров и географические указания), коммерческие обозначения.[1]

По российскому законодательству правовая защита предоставляется лишь четырем типам средств: товарным знакам, коммерческим обозначениям, фирменные наименования, наименования мест происхождения товаров.

Для того, чтобы получить право пользования и гарантию того, что фирменное наименование никто, кроме обладателя, не будет использовать – необходимо зарегистрировать объект интеллектуальной собственности.

Для государственной регистрации объекта интеллектуальной собственности правообладателю необходимо подать заявку в Роспатент. Порядок регистрации интеллектуальной собственности для каждой категории объекта различается, но чаще всего занимает несколько месяцев. В ходе регистрации проводится формальная экспертиза, в ходе которой проводится наличие всех необходимых документов и правильность их оформления.

Безусловно можно использовать свое обозначение и без государственной регистрации, однако в этом случае знак становится более уязвимым. Только государственная регистрация является подтверждением принадлежности исключительного права на средство конкретному лицу (ст.1232 ГК РФ) и придает реальный вес правам его владельца. [2]

Правообладатель наименования/знака/обозначения может:

- использовать знак/обозначение самостоятельно;
- уступать(отчуждать) свое исключительное право;
- предоставлять право на использование знака третьим лицам;
- запрещать всем другим лицам использовать этот знак либо исходные или совпадающие обозначения в отношении тех же товаров и услуг.

Несмотря на то, что право на любое из средств индивидуализации исключительно, а правовое регулирование их статуса кажется однозначным, зачастую происходят «столкновения» сторон и соответствующие правовые коллизии, усугубляемые тем, что условия охраноспособности различны, а нормы охватывают не все случаи соотношения объектов.

Большинство конфликтов в этой сфере связаны с тем, что предприниматели, юридические лица используют сходные товарные знаки, фирменные наименования. Причинами могут служить самые различные аспекты, однако самой распространенной причиной является недобросовестная конкуренция. Организация может пытаться зарегистрировать наименование, которое уже используется другим юридическим лицом, что может привести к судебным разбирательствам и многомиллионным штрафам.

Примером является Московская кондитерская фабрика "Красный Октябрь", выпускающая шоколад под брендом "Аленка", требовала взыскать компенсацию в размере более 30 миллионов рублей с Белгородской кондитерской фабрики "Славянка" за нарушение исключительных прав на товарный знак. "Славянка" выпускала шоколад под названием "Алина" в упаковке, выполненной в аналогичной цветовой гамме и с изображением девочки в похожем цветастом головном платке, из-под которого выбивается челка.

Основной нормой, которой регулируются столкновения средств индивидуализации, является п. 6 ст. 1252 ГК РФ, устанавливающий принцип приоритета более ранних объектов. [3]

Если различные средства индивидуализации оказываются тождественными или сходными до степени смешения и в результате этого могут быть введены в заблуждение потребители/контрагенты, преимущество имеет средство индивидуализации, исключительное право на которое возникло ранее, либо в случаях установления конвенционного или выставочного приоритета средство индивидуализации, которое имеет более ранний приоритет.

В заключении хотелось бы подчеркнуть важность средств индивидуализации как объектов интеллектуальной собственности, которые могут быть защищены законом. Защита позволяет предприятиям создавать уникальный бренд и идентифицировать свои товары и услуги на рынке, что может повысить их конкурентоспособность и прибыльность. Правильная регистрация средств индивидуализации позволяет владельцу получить эксклюзивное право на использование знака в течение определенного периода времени и защитить свои права в случае нарушения. Это помогает предотвратить конфликты с другими владельцами знаков или лицами, которые могут использовать аналогичные знаки.

#### Список литературы

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая) от 18.12.2006 N 230-ФЗ (ред. от 05.12.2022)
2. Сергеев А.П. Право интеллектуальной собственности в Российской Федерации: Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М., 2007. URL: [https://rusneb.ru/catalog/010003\\_000061\\_a55f230fdc3067f0928783f7c1b24ed3/](https://rusneb.ru/catalog/010003_000061_a55f230fdc3067f0928783f7c1b24ed3/)(дата обращения 02.05.2022).
3. Ворожевич А.С., Гринь О.С., Корнеев В.А. и др. под общ. ред. Новоселовой Л.А. Право интеллектуальной собственности: учебник. Статут, 2018. Т. 3. Средства индивидуализации. URL: [https://www.consultant.ru/edu/student/download\\_books/book/pravo\\_intellektualnoj\\_sobstvenosti\\_t\\_3\\_avtorskoe\\_pravo/](https://www.consultant.ru/edu/student/download_books/book/pravo_intellektualnoj_sobstvenosti_t_3_avtorskoe_pravo/) (Дата обращения 02.05.2022).

#### УДК 340.692

#### «ДАРКНЕТ» (DARKNET) И «ГЛУБИННЫЙ ИНТЕРНЕТ» КАК ОБЪЕКТЫ СУДЕБНЫХ КОМПЬЮТЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТИЗ.

Марков А.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

lobart00@list.ru

Научный руководитель: Осокин Р.Б., д.ю.н, профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

Существует множество подсетей серверов, позволяющих пользователям туннелировать данные через них, решая многие проблемы, в том числе анонимизируя пользователя, не позволяя идентифицировать его и пользоваться или хранить его данные.

Процесс получения цифровых доказательств из цифровых устройств включает в себя пять стадий: представление объекта на экспертизу, идентификация объекта, подготовка к исследованию, изоляция объекта, извлечение данных [1]. Разберёмся чуть подробнее, что является исследуемым объектом при получении цифровых доказательств путём исследования сайтов "Даркнета" и "Глубинного Интернета".

В случае исследования цифровых следов работы пользователя в браузерах через VPN, через настройки прокси Greenet, в браузере Tor, в браузерах с модулем-плагином

Тогда, методы поиска таких следов остаются аналогичными другим методам браузерной экспертизы («browserforensics»).

Таким образом, наиболее распространёнными задачами исследований и экспертиз сайтов "Даркнета" и "Глубинного Интернета" является получение следующих сведений:

1. Сведения, хранящиеся в журналах операционной системы.
2. Сведения об имеющихся учетных записях.
3. Сведения об установленном программном обеспечении.
4. Сведения о подключаемых носителях информации.
5. Сведения о работе пользователя в сети (а именно, история браузеров и сопутствующая информация).
6. Сведения, хранящиеся в почтовых архивах.
7. Сведения о последней активности пользователя.

Был составлен список вопросов, которые могли бы быть предоставлены судом или следователем для решения компьютерно-техническому эксперту в контексте исследования сайтов «Даркнета» и «Глубинного интернета»:

1. Имеется ли на цифровом устройстве ПО, которое позволяет (предназначено для получения доступа) пользователю получить доступ в «Даркнет» или «Глубинный интернет»?
2. Имеется ли возможность установить URL-адреса сетевых ресурсов, с которыми взаимодействовал пользователь?
3. Было ли пользователем использовано специализированное ПО, которое позволяет пользователю (предназначено для получения доступа) получить доступ в «Даркнет» или «Глубинный интернет»?
4. Если да, то в какой период времени была использована программа для получения доступа в «Даркнет» или «Глубинный интернет»?

На наш взгляд, направление компьютерно-технического исследования сайтов "Даркнета" и "Глубинного Интернета" является актуальным, а потому это направление требует дальнейшего развития и исследования.

#### Список литературы

1. Методические материалы по проведению компьютерно-технических экспертиз ФБУ Российского федерального центра судебной экспертизы при Министерстве юстиции Российской Федерации, 2014. / <Письмо> ФССП России от 18.09.2014 N 00043/14/56151-ВВ "О Методических рекомендациях" (вместе с "Методическими рекомендациями по порядку назначения и производства судебных экспертиз в рамках доследственных проверок и расследования преступлений, подследственных Федеральной службе судебных приставов", утв. ФССП России 15.09.2014 N 0004/22) // "Бюллетень Федеральной службы судебных приставов", N 11, 2014.

## УДК 343 ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ТРАСОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ

Межуева Ю.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

mezhuevayus@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Коваленко А.С., ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

В последние годы применение технологий искусственного интеллекта (далее - ИИ) в разных сферах жизни набирает обороты, трасологическая экспертиза не исключение – системы ИИ могут помочь ускорить и улучшить процесс анализа следов на месте преступления, сократить время проведения экспертизы и повысить точность результатов. Важно учитывать, что использование технологий ИИ не может полностью заменить экспертов, так как человеческий опыт и интуиция играют важную роль в процессе исследования. Экспертные знания и опыт, накопленные за многие годы работы, не могут быть полностью заменены компьютерной программой.

ИИ как математическая теория и прикладная технология берет свое начало в прошлом столетии. Одним из родоначальников этой теории стал математик Алан Тьюринг, опубликовавший работу «Computing Machinery and Intelligence» [1]. Внедрение компьютерных технологий и машинного обучения в процесс экспертного исследования началось ещё в 1987 году. Для проведения баллистической экспертизы были разработаны методические рекомендации по определению расстояния выстрела при стрельбе из пистолета Макарова. В основе алгоритма была заложена статистическая обработка денситограмм с расчетом критериальной функции [2].

В научной литературе придерживаются двух подходов к пониманию искусственного интеллекта: слабый ИИ и сильный ИИ. Слабый ИИ предполагает прикладное моделирование отдельных компонентов (процессов) человеческого мышления в целях решения узкоспециализированных, частных задач. Такие технологии алгоритмически предопределены и могут встраиваться в различное программное обеспечение для решения конкретных прикладных задач, например, трасологической экспертизы. Сильный искусственный интеллект предполагает полноценное поведение или мышление, т.е. комплексную оценку входящих сообщений и принятие на их основе взвешенных решений в условиях неполной, фрагментированной информации [3]. Стоит отметить, что на практике задача построения сильного ИИ является теоретической и далёкой от действительности.

Говоря о применении искусственного интеллекта в трасологической экспертизе, стоит отметить, что одной из технологий, лежащих в его основе, выступают нейронные сети. Нейронные сети — это математические модели, которые используются для анализа данных и решения задач в различных областях, таких как компьютерное зрение, распознавание речи, обработка естественного языка и многие другие. Существует множество разновидностей нейронных сетей, они отличаются по способу организации связей и подробно описаны в статье Стефана Леинена. Эти виды сетей реализуются на основе математических операций и наборов параметров, необходимых для определения выходного значения.

Учеными Борнмутского Университета в Великобритании, изучающими возможности применения ИИ в криминалистике, были проведены два исследования: в первом ИИ определял характеристики человека по следам босых ног, во втором ИИ сопоставлял следы обуви с имеющейся базой данных.

В исследовании учёные попросили экспертов определить пол по следам босых ног. С этой задачей успешно справились в 50% случаев. Затем такое же задание дали ИИ и вывод получился правильным в 90% случаев. Более того, авторы исследования утверждают, что ИИ может определить возраст по отпечаткам ног с точностью до десятилетия.

Ученые решили, что процесс определения и сопоставления следов обуви – несложная для ИИ задача, поэтому решили проверить это опытным путем. Компания Bluestar Software помогла исследователем в создании такого алгоритма. Разработанный алгоритм ИИ «оцифровывал» полученные изображения и выделял протекторы на следах, создавая черно-белое изображение следа обуви. После этого каждому уникальному значению был присвоен собственный код для идентификации.

В эксперименте предлагалось проанализировать 100 образцов отпечатков, выбранных наугад. Количество правильных ответов, данных ИИ, составило примерно 91%. Успех эксперта при идентификации отпечатков обуви приближался к 100%.

Задача ИИ, по мнению исследователей, усложнялась тем, что обувь изнашивается, в результате чего меняется отпечаток подошвы, что приводит к ошибкам в работе ИИ. У новой обуви отпечаток протектора четкий и ровный, но уже через месяц-два контуры отпечатка теряют четкость. Из описанных экспериментов можно сделать вывод, что ИИ не может превзойти эксперта при решении задач трасологической экспертизы, однако может частично взять на себя рутинную работу, которая может быть алгоритмизирована, тем самым освободив время эксперта для работы над более сложными случаями.

Таким образом, применение технологий ИИ для решения задач трасологической экспертизы является актуальным и перспективным направлением. Системы ИИ способны автоматизировать рутинную работу эксперта, снизить риск возникновения обусловленных человеческим фактором экспертных ошибок, повысить уровень качества экспертных исследований. При этом, ИИ никогда не заменит высококвалифицированного, опытного эксперта, так как только эксперт может дать профессиональную оценку полученным ИИ результатам и справиться с нетривиальными случаями, не подлежащими алгоритмизации.

#### Список литературы

1. Computing Machinery and Intelligence. Author(s): A. M. Turing. Source: Mind, New Series, Vol. 59, No. 236 (Oct., 1950), pp. 433-460 // URL: <https://phil415.pbworks.com/f/TuringComputing.pdf/> (Accessed 01.03.2023 г.)
2. Дружинин Г.М., Моисеев А.М. Определение расстояния близкого выстрела при стрельбе из пистолета ПМ (Методические рекомендации). М. : ВНИИСЭ, 1987. 28 с.
3. Бахтеев Д.В. Искусственный интеллект в криминалистике: состояние и перспективы использования // Российское право: образование, практика, наука. 2018. №2 (104). С. 43-49.

УДК 343.1

## СПОРНЫЕ ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОНЯТИЯ ПОВОДА ДЛЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ УГОЛОВНОГО ДЕЛА

Огородникова Л.Е., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

ogorodnikovalada@yandex.ru

Научный руководитель: Ильяшевич Т.А., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

Ст. 146 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации (далее – УПК РФ) указывает на то, что уголовное дело возбуждается компетентными должностными лицами «при наличии повода и основания». Под основаниями уголовно-процессуальный закон предполагает «наличие достаточных данных, указывающих на признаки преступления». Однако в определении понятия повода к возбуждению уголовного дела процессуалисты не приходят к единому мнению. Ни УПК РСФСР, ни УПК РФ не дали разъяснения по этому вопросу. Углубляясь в научный труд Е. С. Кузьменко, отмечаем, что исследователь, ссылаясь на труды И. Р. Дмитриева, рассматривает две гипотезы понимания природы этого повода. Во-первых, повод представляется явлением, понятным компетентному лицу на «*интуитивно-семантическом уровне*» восприятия. Во-вторых, повод является многофакторным и многоаспектным обстоятельством, корректное понимание которого возможно лишь при комплексном подходе к изучению *теоретической базы* [1].

Среди процессуалистов распространено понимание повода к возбуждению уголовного дела с *содержательной (информационной)* позиции. Многие ученые приходят к выводу о том, что повод к возбуждению уголовного дела есть некоторый источник информации, из которого компетентные государственные органы получают информацию о преступлении. Наиболее часто такая трактовка понятия встречается в комментариях к УПК РФ. Популярность данной концепции связана, вероятно, с тем, что она доступна и понятна со стороны практики эмпирическим восприятием, однако, нельзя говорить о том, что постигаем всё именно органами чувственного познания. Как минимум, необходимость выдвижения требований к поводу как к источнику информации о наличии признаков преступления наталкивает на теоретические методы познания в целях «*фильтрации*» конкретных сообщений и сведений.

Н.В. Жогин и Ф.Н. Фаткуллин предполагают также *волевою сторону (побудительную характеристику)* повода для возбуждения уголовного дела, поскольку по своей сущности именно он побуждает компетентные государственные органы и должностные лица к совершению определенных юридически значимых действий [2].

Некоторые исследователи подчеркивают *сигнальную сторону* повода, которая выражается в способности порождать необходимую законодательно закрепленную деятельность, что находит свое отражение в ч. 2 ст. 21 УПК РФ.

Трактовать понятие повода к возбуждению уголовного дела можно еще и как *юридический факт*, поскольку он порождает по своей сущности уголовно-процессуальные правоотношения между субъектами, наделенными уголовно-процессуальным законом соответствующими полномочиями. Однако, ошибочно полагать, что повод для возбуждения уголовного дела есть только юридический факт по родовой принадлежности, поскольку он порождает не деятельность, направленную на возбуждение уголовного дела, а обязанность производства этой деятельности, инициируемой компетентными государственными органами и должностными лицами в соответствии с принципами разумного срока судопроизводства и доступа граждан к правосудию.



Более того, некоторые процессуалисты определяют, что «поводы для возбуждения уголовного дела – это *предусмотренные уголовно-процессуальным законом действия* гражданина, должностного лица, учреждения, предприятия, организации, направленные на заявление, сообщение органу дознания, дознавателю, следователю и прокурору о совершенном или готовящемся преступлении. Либо это могут быть их собственные действия, процессуально оформленные в соответствии с законом <...>».

Исследователи также рассматривают понятие повода для возбуждения уголовного дела в некотором родстве с понятием *доказательство*. В подтверждение этой позиции можно привести следующий факт: Верховный Суд РФ в Определении судебной коллегии по уголовным делам Верховного Суда РФ от 16 июля 2004 г. признал заявление о явке с повинной в качестве доказательства по делу. В. Д. Арсеньев, в частности, писал, что «поводами к возбуждению уголовного дела во всех случаях являются доказательства совершения преступления, полученные компетентными органами от других организаций и лиц, или обнаруженные этими органами по собственной инициативе» [3].

Подводя итоги работы, следует сказать, что повод для возбуждения уголовного дела – сложное и многоаспектное понятие, рассматриваемое учеными-теоретиками с точек зрения разных подходов и с разных сторон, обладающее совокупностью характеристик, которые только в своем диалектическом единстве полноценно отображают его сущность.

#### Список литературы

1. Кузьменко Е.С. Понятие повода к возбуждению уголовного дела // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. 2016. №1-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-povoda-k-vozbuzhdeniyu-ugolovnogo-dela> (Дата обращения 13.04.2023).
2. Жогин Н.В., Фаткуллин Ф.Н. Поводы к возбуждению уголовного дела / Возбуждение уголовного дела: Учебно-методические материалы / Краснояр. гос. ун-т; Сост. А.С. Барабаш. Красноярск, 2000. URL: <https://law.sfu-kras.ru/data/method/e-library-kup/Моно/Книги%20для%20чтения/возбуждение%20уголовного%20дела.pdf> (Дата обращения 13.04.2023).
3. Арсеньев В.Д. Доказывание фактических обстоятельств дела в отдельных стадиях советского уголовного процесса // Вопросы борьбы с преступностью. Труды Иркутского государственного университета. – Серия юридическая. Иркутск, 1969. Вып. 8. Ч. 4. Т. 45. С. 26.

#### УДК 340.692

#### ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА LSB ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ НЕВИДИМЫХ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ (ЦВЗ) В ИЗОБРАЖЕНИЯ

Осташев А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

[ostashev.lesha@yandex.ru](mailto:ostashev.lesha@yandex.ru)

Научный руководитель: Тарасов Д.А., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

Цифровой водяной знак (далее – ЦВЗ) собой некоторую информацию, которая добавляется к исходному цифровому файлу. ЦВЗ подразделяются на видимые и невидимые (скрытые): первая группа, предназначена, в основном, для идентификации автора и удостоверения права авторства на определённый цифровой файл, вторая группа,

в частности, предназначена в качестве инструмента защиты цифрового контента от несанкционированного копирования и/или модификации.

Встраивание ЦВЗ в изображения может быть осуществлено разными методами, одним из наиболее распространённых из них является LSB (Least Significant Bit, наименьший значащий бит) – суть метода заключается в замене последних значащих битов в контейнере (изображения, аудио или видеозаписи) на биты скрываемого сообщения. Разница между пустым и заполненным контейнерами должна быть не ощутима для органов восприятия человека [1]. Принцип основан на замене младших разрядов RGB-изображения на биты скрываемого файла, что не влечёт существенного искажения изображения, поскольку каждый цвет может быть представлен комбинацией 255 x 255 x 255 оттенков. Теоретически, исходя из полезного объема RGB-контейнера, имеется возможность спрятать три байта полезной информации на каждые четыре пиксела изображения, что соответствует 25% объема картинки.

Существует большое разнообразие различных программ и утилит, предназначенных для стеганографии методом LSB в изображениях различного формата, например, Anubis, DeEgger Embedder, DeepSound, Hallucinate, JHide, OpenPuff, OpenStego, Image Steganography, SilentEye и другие.

Утилита OpenPuff умеет использовать для шифрования криптографически стойкий генератор псевдослучайных чисел (CSPRNG – Cryptographically secure pseudorandom number generator). Сравнение файлов программе WinHex вывела объём пустого контейнера в 2.848.545 байт, стегоконтейнера – в 2.848.882 байта. Анализ стегоконтейнера в hex-редакторе показал отсутствие зависимости между размером сообщения и числом измененных пикселей, что может усложнить его подробное исследование при отсутствии оригинала.

Дополнительная защита ЦВЗ осуществляется с помощью генерации хэш-значения, что потенциально обеспечивает защиту авторских прав от незаконного использования в сети «Интернет» [2]. Анализ изображений на наличие скрытых ЦВЗ может быть актуален в случаях проверки подлинности файла, если заранее известно, что он должен содержать секретный файл, а также в случаях обнаружения файлов и подозрений, что они содержат в себе скрытые файлы с важной информацией (например, криминального характера).

ЦВЗ могут быть как «хрупкими», т.е. повреждаться при различных манипуляциях с файлом – сжатие, перевод в другой формат и т.д., или «надёжными», т.е. успешно противостоящий всем видам атак. Соответственно, дополнительно может потребоваться проверка по критериям надёжности, незаметности и безопасности.

Тем самым можно сформулировать ряд правил, способных помочь эксперту в определении файлов, потенциально содержащих скрытые ЦВЗ.

1. Работать с копией файла. Если конвертация файла из одного формата и обратно выявит расхождения в кодах файлов, то, возможно, при конвертации был потерян секретный файл.

2. По возможности, сравнить исследуемый файл с исходным – например, если это т.н. стоковая фотография – в hex-редакторе, или программе, аналогичной Beyond Compare 4. В обязательном порядке исследовать метаданные файла, если отсутствует исходное изображение.

3. Обратит внимание, что отсутствие отличий в hex-редакторе сравниваемых файлов не означает отсутствия стегоосообщения. в то время как отличающиеся друг от друга хеш-функции файлов могут свидетельствовать о данном факте.

## Список литературы

1. Назаренко Ю.Л. Стегоанализ метода сокрытия информации в изображении замены наименьшего значащего бита (LSB) // EUROPEAN SCIENCE. 2018. № 3(35). С. 23–27
2. Серебрякова С.А., Филиппов М.В. Разработка алгоритма встраивания и извлечения цифровых водяных знаков для видеофайлов AVI-формата // Вестник РГГУ. Серия «Информатика. Информационная безопасность. Математика». 2021. № 1. С. 20–34

**УДК 347****МЕДИАТОР В ГРАЖДАНСКОМ ПРОЦЕССЕ**

Переходюк Э.Э., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

eva.pereh@mail.ru

Научный руководитель: Сафонова Н.А., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

Общество является динамической системой, которая постоянно развивается и преобразовывается. Вместе с ней подвергаются изменениям и ее структурные элементы, в особенности те, которые помогают регулировать эту систему. Это касается и гражданского процесса, в котором периодически происходят глобальные изменения и вводятся новые субъекты. Так, относительно новым субъектом гражданского процесса является медиатор, имеющий определенную роль и значение при урегулировании споров, требующий научного осмысления [1].

В 2010 году вступил в силу Федеральный закон Российской Федерации №193-ФЗ «Об альтернативной процедуре урегулирования споров с участием посредника (процедуре медиации)» (далее – ФЗ № 193). Ст. 2 ФЗ № 193 гласит, что медиатором является независимое физическое лицо, независимые физические лица, привлекаемые сторонами в качестве посредников в урегулировании спора для содействия в выработке сторонами решения по существу спора [2]. Исходя из определения можно выделить ряд признаков, присущих медиатору: независимость, добровольное привлечение, согласованность, конфиденциальность.

Проанализировав ФЗ № 193, можно выделить основные функции медиатора: организаторская, аналитическая, коммуникативная, творческая, созидательная, контролирующая, обучающая.

Ст. 15 данного ФЗ определяет два вида медиаторов:

- медиаторы, осуществляющие свою деятельность на профессиональной основе;
- медиаторы, осуществляющие свою деятельность на непрофессиональной основе.

Закон по-разному определяет требования к «профессиональным» и «непрофессиональным» медиаторам: медиаторами, осуществляющими свою деятельность на непрофессиональной основе, могут быть лица, достигшие восемнадцатилетнего возраста, обладающие полной дееспособностью и не имеющие судимости, а медиаторами, осуществляющими свою деятельность на профессиональной основе, могут быть лица, достигшие двадцатипятилетнего возраста, имеющие высшее образование и получившие дополнительное профессиональное образование по вопросам применения процедуры медиации [1].

Дербишева О.А. отмечает, что закон не определяет наличие или отсутствие образования у медиатора, который осуществляет свою деятельность непрофессионально. В то же время закон предусматривает образование у медиаторов, которые осуществляют

свою деятельность профессионально. Это вызывает определенные вопросы и споры среди ученых [3].

Обобщение практики показало, что стороны, нанявшие медиатора в ходе судебного разбирательства, чаще всего приходили к заключению медиативного соглашения, которое впоследствии утверждалось судом в качестве мирового соглашения. Так, в Справке о практике применения судами Федерального закона от 27 июля 2010 г. N 193-ФЗ «Об альтернативной процедуре урегулирования споров с участием посредника (процедуре медиации)» за 2015 год (далее – Справка к ФЗ №193) определены основные категории дел, по которым применялась процедура медиации. Также отражена судебная практика, которая подтверждает, что процедура медиации действительно способна помочь в разрешении споров между сторонами. Также отмечалось, что на момент анализа судебной практики процедура медиации широкого применения не нашла. Это связывалось с новизной, высокой степенью конфликтности между участниками спора и т.д. Однако отмечались положительные аспекты данной процедуры, что говорит о необходимости дальнейшего развития данной процедуры в Российской Федерации.

Среди ученых-правоведов также возникают споры относительно процедуры медиации. Однако, по большей части, эти вопросы связаны не с необходимостью существования такой процедуры, а с проблемами регулирования. Предлагается внести различные изменения и дополнения в ФЗ № 193 [3].

Подводя итог, можно сказать, что медиатор, как новый субъект гражданского процесса, постепенно закрепляется в законодательстве. Практика отражает, что процедура медиации действительно дает положительный результат в урегулировании споров между сторонами. Однако существуют различные проблемы в законодательстве, которые необходимо решать, чтобы данная процедура могла реализоваться наиболее полно и эффективно.

#### Список литературы

1. Сафонова Н.А., Смирнов Д.С. Правовой статус и роль судебного примирителя в судопроизводстве // Будущее машиностроения России : Сборник докладов Четырнадцатой Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов. В 2-х томах, Москва, 21–24 сентября 2021 года. Том 2. Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2022. С. 450-455.
2. Федеральный закон "Об альтернативной процедуре урегулирования споров с участием посредника (процедуре медиации)" от 27.07.2010 N 193-ФЗ (последняя редакция) // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://www.pravo.gov.ru> (Дата обращения 11.04.2023)
3. Дербишева О.А. Проблемы процедуры медиации в гражданском судопроизводстве // Правовая парадигма. 2021. Т.20. № 1. С. 118-123.

#### УДК 343

#### **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНСТИТУТА НЕВМЕНЯЕМОСТИ И СПОСОБЫ ИХ РАЗРЕШЕНИЯ**

Печёнов Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

[pechyonovda@student.bmstu.ru](mailto:pechyonovda@student.bmstu.ru)

Научный руководитель: Милаева М.Ю., к.ю.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

Проблема института невменяемости является трудноразрешимой, это влияет на квалификацию преступлений. Невменяемость, согласно ч.1 ст. 21 УК РФ, это состояние, при котором лицо во время совершения общественно опасного деяния не могло осознавать фактический характер и общественную опасность своих действий либо руководить ими вследствие хронического психического расстройства, временного психического расстройства, слабоумия либо иного болезненного состояния психики [1]. Официальная статистика по уголовным делам, связанных с невменяемыми показывает, что наблюдается спад таких преступлений, но их количество всё еще находится на высоком уровне.

Для понимания причин такого большого количества преступлений следует обратиться к критериям невменяемости: их всего два – медицинский и юридический. Медицинский включает в себя: хроническое психическое расстройство, временное психическое расстройство, слабоумие или иное болезненное состояние психики. Юридический критерий невменяемости лица включает в себя отсутствие понимания лицом общественной опасности преступного деяния и невозможность руководить им. Для признания обвиняемого невменяемым необходимо наличие хотя бы одного из двух вышеперечисленных критериев. Получается, что от ответственности будет освобождено даже то лицо, которое могло себя контролировать до совершения преступления. Автор считает, что не каждый страдающий заболеванием должен быть освобождён от ответственности, такие решения должны приниматься судом с особой внимательностью.

Нельзя не затронуть и судебный порядок признания обвиняемого лица невменяемым. В РФ согласно ст. 49 Конституции РФ действует презумпция вменяемости, поэтому обратное придётся доказывать в суде [2]. Установление психического состояния обвиняемого, поведение которого является подозрительным, является основанием для установления судебной экспертизы. Для признания лица невменяемым хватает одного критерия из двух. Признать лицо невменяемым может только суд. Выявление медицинских заболеваний выполняет только судебный эксперт-психиатр, что повышает вероятность человеческой ошибки. Поэтому предлагаются следующие способы преодоления данного пробела. Во-первых, разработка единых критериев определения невменяемости и вынесение заключения врачебной комиссией. Во-вторых, обучение всех судебных экспертов РФ по единым образовательным программам, что в итоге должно свести к минимуму возможность возникновения спорных ситуаций.

Для более полного охвата правовых противоречий следует проанализировать статьи УК РФ, относящиеся к институту невменяемости. Согласно ст. 19 «Общие условия уголовной ответственности» и ч. 1 ст. 21 УК РФ «Невменяемость» лицо, которое совершило общественно опасное деяние в состоянии невменяемости не подлежит уголовной ответственности. Учитывая ст. 5 УК РФ «Принцип вины» лица с психическими расстройствами не могут осознавать вину, поэтому они нуждаются в принудительном медицинском лечении. Если подробно изучить ст. 22 «Уголовная ответственность лиц с психическим расстройством, не исключающим вменяемости» УК РФ, можно сделать вывод, что ряд лиц, обладающих психическими расстройствами, подлежат уголовной ответственности, однако суд смягчить наказание. Данные пробелы автор предлагает преодолеть путём введения понятий «ограниченной» вменяемости в УК РФ со следующим значением: «Ограниченная вменяемость – это состояние, при котором лицо во время совершения общественно опасного деяния не могло в полной мере осознавать общественную опасность своих действий либо руководить ими вследствие психического расстройства, не исключающего вменяемости» [3].

Подводя итог вышесказанному, нужно отметить, что институту невменяемости требуется разработка. В связи с чем автор предлагает следующие меры по устранению пробелов: официальное разъяснение Пленума ВС РФ по статьям, связанным с институтом невменяемости, введение официально закреплённого термина «ограниченной вменяемости». Правки необходимы и в сфере обучения судебных экспертов: создать единые государственные стандарты обучения криминалистов, обеспечить более тесное взаимодействие силовых структур и юридических ВУЗов, ввести ясные и определённые на всей территории РФ критерии невменяемости. Также гражданам стоит своевременно обращать внимание на отклонения психического фона своих знакомых и сообщать об этом в правоохранительные органы и медицинские учреждения для предотвращения преступлений. Если данные меры будут выполнены, то противоречия в институте невменяемости сойдут к минимуму.

#### Список литературы:

1. Уголовный кодекс Российской Федерации. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody&nd=102041891> (Дата обращения 25.04.2023)
2. Конституция Российской Федерации. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102027595> (Дата обращения 25.04.2023)
3. Сафонов В.Н. Актуальные проблемы уголовного права. Часть общая: учебное пособие. М.: Проспект, 2019. – 240 с.

#### УДК 347.788

### **ПРОБЛЕМА АВТОРСТВА НА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНУЮ СОБСТВЕННОСТЬ, СОЗДАННУЮ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Погребинская М.Н., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

[pogrebinskayamn@student.bmstu.ru](mailto:pogrebinskayamn@student.bmstu.ru)

Научный руководитель: Хватова М.А., к.ю.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

Проблема авторства на интеллектуальную собственность (ИС), созданную с использованием технологий искусственного интеллекта (ИИ), становится как нельзя более актуальной. Главный вопрос заключается в определении того, кому принадлежат права на ИС, созданную системами ИИ.

Российское законодательство на данный момент конкретно не регулирует данный вопрос, но есть некоторые положения, которые могут иметь отношение к нему.

В РФ защита авторских прав предоставляется произведениям, которые являются оригинальными, обладают новизной и выражены в любой объективной форме. Это означает, что если система ИИ создает оригинальное произведение, то оно может иметь право на защиту, однако это может быть проблемой для систем ИИ.

Правовые нормы, связанные с этим вопросом, различаются в разных странах мира, однако есть некоторые общие тенденции. Так, в США закон об авторском праве обычно признает человека автором, и поэтому произведения, созданные с помощью ИИ, в настоящее время не подпадают под защиту авторских прав. В других странах законодательство признает, что авторское право может быть гарантировано на произведения, созданные нечеловеческими существами, включая системы ИИ. Например, в Великобритании авторское право может быть предоставлено по отношению к

произведению, если оно было создано «с помощью компьютера при таких обстоятельствах, что автор не является человеком». Аналогичным образом, в Австралии авторское право может быть предоставлено произведению, созданному с помощью «компьютерной программы», которая определяется как «набор инструкций, способных, будучи включенными в машиночитаемый носитель, заставить машину, обладающую возможностями обработки информации, выполнять конкретную функцию». [1]

В теоретических правовых науках в настоящий момент существует несколько взглядов на то, кто может являться автором произведений, созданных с применением ИИ. Рассмотрим три точки зрения. I: создатель ИИ должен быть автором произведений, созданных этим интеллектом. Только благодаря трудам создателя ИИ последний может создавать новые произведения. II: право на авторство произведения, созданного ИИ, должно принадлежать лицу, использующему данный интеллект, так как ИИ является лишь инструментом, используемым для создания произведения. [2] III: произведение, созданное ИИ, должно перейти в общественное достояние. ИИ не может быть признан автором произведения, так как он создан человеком. Однако переход в общественное достояние может препятствовать мотивации людей для творческой деятельности.

Некоторые ученые исследуют юридическую природу ИИ, ссылаясь на «Чистое учение о праве» Г. Кельзена. Согласно этой концепции, возможно введение нового понятия «электронное лицо», которое может стать субъектом права, описывающим носитель ИИ.

П. М. Морхат представляет 6 подходов к регулированию прав на произведения, созданные ИИ. Эти подходы включают: машиноцентрический концепт, где искусственный интеллект выступает в роли автора; гибридный концепт авторства, где искусственный интеллект создает произведение в соавторстве с человеком; концепт служебного произведения, где искусственный интеллект выступает в качестве наемного работника; антропоцентрический концепт, где искусственный интеллект не обладает авторскими правами и является инструментом, используемым человеком; концепт исчезающего авторства; и контаминационный концепт, который отражает сложные ситуации, связанные с пересекающимися подходами в правовом регулировании произведений, созданных искусственным интеллектом. [3]

В общем, если система ИИ используется в качестве инструмента для оказания помощи автору-человеку в создании произведения, автор-человек будет считаться владельцем прав ИС. Однако если система ИИ создает произведение автономно, без какого-либо участия человека ситуация усложняется. Вполне вероятно, что владелец системы ИИ, сгенерировавшей произведение, будет иметь некоторые претензии на права ИС.

Авторская позиция по данному вопросу такова: человек, использующий при создании произведений и изобретений системы ИИ, может считаться полноправным владельцем авторских прав на эти произведения и изобретения, поскольку автором идеи и носителем интенциональности всегда является исключительно пользователь ИИ, а сама такая система, как уже было сказано, не может обеспечивать новизну и оригинальность создаваемых продуктов ИС.

#### Список литературы

1. Воскресенская Е.В., Ворона-Сливинская Л.Г., Лойко А.Н. К вопросу о правовой природе результатов деятельности искусственного интеллекта // Colloquium-journal. 2019. №5 (29). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-pravovoy-prirode-rezultatov-deyatelnosti-iskusstvennogo-intellekta> (Дата обращения 26.03.2023).

2. Агибалова Е.Н., Перекрёстова Е.А. Право авторства на произведения, созданные искусственным интеллектом // Эпоха науки. 2020. №24. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravo-avtorstva-na-proizvedeniya-sozdannye-iskusstvennym-intellektom> (Дата обращения 26.03.2023).
3. Морхат П.М. Искусственный интеллект: правовой взгляд: Научная монография / РОО «Институт государственно-конфессиональных отношений и права». М.: Буки Веди, 2017. 257 с.

### **УДК 355.58**

## **ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА КАК ОДНА ИЗ ЗАЩИТНЫХ ФУНКЦИЙ ГОСУДАРСТВА**

Порхунов А.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»  
5470098@bk.ru

Удовкин А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»  
udovkin-2018@mail.ru

Научный руководитель: Лапшина И.Е., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

В ситуации постоянно изменяющегося мира, Россия сумела преодолеть кризис и занять стабильные позиции на мировой арене. Хотя дипломатические меры и политика сдерживания являются важными инструментами в решении конфликтов, Россия должна быть готова к отражению различных угроз и совершенствовать свою военную организацию и готовность к обороне, несмотря на уменьшение вероятности крупномасштабных войн с использованием ядерного оружия. Важное место в решении этой задачи отводится гражданской обороне, которая рассматривается как составная часть системы общегосударственных мероприятий, осуществляемых в мирное и военное время в целях защиты населения и экономики от современных средств поражения, а также проведения аварийно-спасательных работ в очагах поражения и зонах чрезвычайных ситуаций. Гражданская оборона играет важную роль в обеспечении безопасности России и защите населения и экономики от различных угроз, включая чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера.

Защитная функция государства играет важную роль в обеспечении не только государственной целостности, но и других функций, таких как социальная защита, обеспечение экономической безопасности и защита прав граждан [1]. Взаимодействие этих функций позволяет государству создавать безопасную среду для своего населения и устойчивое экономическое развитие. Содержание гражданской обороны как защитной функции государства заключается в подготовке населения, промышленности и инфраструктуры к войне и катастрофам природного и техногенного характера. Она является основой быстрой организации ответного удара при неожиданном нападении на РФ и повышения скорости реагирования на опасные ситуации. Главное отличие гражданской обороны от других структур заключается в ее задачах, которые связаны с предупреждением и ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций, а не с непосредственной защитой территории России от внешней агрессии. Она ориентирована на взаимодействие населения с органами государственной власти, предоставление информации о мерах предосторожности, организацию эвакуации и временного размещения людей, а также координации действий специализированных служб по



ликвидации последствий ЧС. В области гражданской обороны решаются задачи, связанные с конкретными условиями обстановки, с учетом прогнозируемой и реальной опасности для населения и экономики, в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации по вопросам гражданской обороны [2]. Введение мероприятий гражданской обороны на территории Российской Федерации или в отдельных ее местностях начинается с момента введения в действие Президентом Российской Федерации Плана гражданской обороны и защиты населения Российской Федерации. Основу организации гражданской обороны составляют органы управления, силы гражданской обороны органов власти и различных предприятий и учреждений, возглавляет же систему органов МЧС РФ - центральный орган управления гражданской обороной в РФ, отвечающий за разработку государственной политики в этой сфере, координацию деятельности всех структурных подразделений и обеспечение их материально-технической базы. Силы гражданской обороны состоят из спасательных воинских формирований МЧС, подразделений Государственной противопожарной службы, аварийно-спасательных служб и различных нештатных и специальных формирований. Планирование мероприятий гражданской обороны включает в себя оперативное планирование, целью которого является защита населения, поддержка его жизнедеятельности и повышение устойчивости экономики в военное время, а также обеспечение работоспособности средств связи и оповещения. План гражданской обороны представляет собой комплекс документов, в которых на основе анализа возможных ситуаций формируются различные решения для органов управления и сил гражданской обороны, которые представляют собой способы и последовательность решения оперативных задач, взаимодействие всех служб и органов. [3]

Правовое регулирование в области гражданской обороны включает в себя нормативные акты, которые устанавливают правила и процедуры, необходимые для организации и осуществления мер по защите населения и территории государства. Основным законом, регулирующим гражданскую оборону, является Федеральный закон "О гражданской обороне" от 12 января 1996 года № 7-ФЗ.

Гражданская оборона, как всякая социальная система, постоянно находится в развитии. Новые военные конфликты будут отличаться своей скоротечностью и высокой степенью поражения объектов и населения. С учетом этих положений должна измениться и система гражданской обороны РФ. В Российской Федерации она является обязательной для всех граждан и организаций, и ее развитие и улучшение должны быть приоритетами государственной политики, требующей слаженной работы и высокой ответственности всех участников.

#### Список литературы

1. Лапшина И.Е. Теория государства и права: учебное пособие. Москва: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. 76 с.
2. Гражданская оборона / под общ. ред. В.А. Пучкова; МЧС России. М.: 1 ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. 377 с.
3. Гражданская оборона / Издание 2-е, переработанное. МЧС России. М.: АГЗ МЧС России, 2018. 400 с.

**УДК 347****ПРОДАЖА НЕДВИЖИМОСТИ ПО ДОВЕРЕННОСТИ**

Сафронов К.О., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

safronovko@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Виноградова Т.С., к.ю.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

Продажа недвижимости является важным процессом, с которым сталкивается каждый человек. Данный вид сделки требует соблюдения определенных условий и правил. Нормативно, правовым актом, декларирующим базовые правила оборота недвижимого имущества, является Гражданский Кодекс Российской Федерации [1].

Разделение вещей на движимые и недвижимые представлено в ч.1 ст. 130 ГК РФ. В статье сказано, что к недвижимым вещам относятся земельные участки, участки недр, жилые и нежилые помещения. Также к недвижимости можно отнести иные объекты, указанные в данной статье. Все недвижимое имущество в обязательном порядке подлежит государственной регистрации. Без наличия таковой, любые сделки по вопросу этого имущества будут считаться ничтожными.

Из всех существующих вариантов передачи права владения недвижимостью в РФ, наиболее распространенным является договор купли-продажи (ст. 549 - 558 ГК РФ), который заключается в том, что продавец передает свою недвижимость покупателю за определенную цену. Данный договор должен быть заключен в письменной форме и подписан обеими сторонами или их представителями с соблюдением существенных требований. При передаче права собственности необходимо его оформление в Росреестре. В случае нарушения требований закона, договор может быть признан недействительным.

Одним из способов продажи недвижимости является продажа по доверенности. Доверенность (ст. 182 - 189 ГК РФ) – документ, дающий право на совершение определенных действий от имени другого лица. Доверенность на продажу недвижимости может быть выдана как физическим, так и юридическим лицам. Для того чтобы продать недвижимость по доверенности, необходимо, чтобы она была оформлена в соответствии с законодательством РФ. В ней должны быть указаны все необходимые данные о продавце и покупателе, а также о недвижимости. Необходимо иметь действующую нотариальную заверительную надпись. Важно убедиться в наличии у продавца всех требуемых документов на имущество. Также стоит обратить внимание на существование рисков, связанных с продажей имущества по полной доверенности. Для их минимизации необходимо тщательно отбирать уполномоченных лиц и проверять все документы.

Непростое экономическое положение России на мировой арене в 2022 году привело к кардинальным изменениям в жизни россиян. По словам официального представителя МИД РФ Захаровой М.: «Сейчас такой момент, когда получилось, (что) внешняя политика и международные отношения вошли в каждый дом, коснулись всех. То была пандемия, локдаун, специальная военная операция и т.д.» Напряженность в обществе росла. Некоторые граждане, подвергшись панике, разжигаемой зарубежными СМИ, приняли решение спешно покинуть страну, и решение о продаже жилья зачастую принималось уже за пределами РФ. При этом право продажи делегировалось друзьям или оставшимся в России родственникам.

На фоне нестабильной политической ситуации в мире произошел рост интереса к продаже недвижимости с использованием доверенности в РФ. Проанализируем данные из открытых источников за период с февраля 2022 г. по февраль 2023 г. [2]

С марта 2022 г. количество предложений на рынке вторичной недвижимости начало стремительно расти. Данная ситуация могла произойти в связи с объявленной 24.02.2022 Специальной Военной операцией. По данным Росстата в I квартале года из страны выехало более 3,8 млн. человек, из которых остались за рубежом порядка 776 000. Во II квартале 2022 г. количество людей, выезжавших за рубеж, возросло до 5 млн. Данный показатель связан с периодом отпусков и снятием ограничений в связи с пандемией COVID-19. В III квартале 2022 г. наблюдается незначительное падение количества предложений. К концу IV квартала 2022 г. ситуация стабилизировалась.

Отметим, что по прошествии 183 дней в один календарный год, проведенных за пределами РФ, гражданин становится нерезидентом, что накладывает определенные ограничения. В соответствии со ст. 224 НК РФ ставка НДФЛ будет повышена с 13% до 30%, при этом, законодатель никак не препятствует использованию доверенности в вопросах, связанных с реализацией недвижимого имущества.

Для оформления доверенности из-за рубежа необходимо обратиться в ближайшее консульство РФ. При оформлении доверенности у нотариуса в стране СНГ нет необходимости ее ратификации на территории РФ, если она исполнена на русском языке. При нахождении вне зоны СНГ и при отсутствии открытого консульства, можно оформить доверенность у местного нотариуса, заверив ее апостилом, такой документ подлежит упрощенной ратификации, но, в соответствии с законодательством РФ, необходим его перевод.

Продажа недвижимости по доверенности является распространенной и законной практикой в России. Однако для того, чтобы сделка была законной, необходимо соблюдать все условия и требования, которые предъявляются законодательством.

#### Список литературы

1. Гражданский Кодекс Российской Федерации // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102033239&ysclid=lh6u0lyv83130781932> (Дата обращения 26.04.2023).
2. Статистика // Сбер ИНДЕКС. URL: <https://sberindex.ru/ru/dashboards?partition=7> (Дата обращения 23.04.2023).

#### УДК 343.1

### **ПРОЦЕССУАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОРЯДКА РАССМОТРЕНИЯ СООБЩЕНИЯ О ПРЕСТУПЛЕНИИ**

Трушина И.О., курсант

Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя

Trushinairisha17@gmail.com

Научный руководитель: Ильяшевич Т.А., преподаватель кафедры «Уголовного процесса» Московского университета МВД России имени В.Я. Кикотя

Возбуждение уголовного дела является отправной точкой для производства предварительного расследования и неразрывно связано с предварительной проверкой материалов по совершенному или готовящемуся преступлению.

Порядок рассмотрения сообщения о преступлении как часть проверки сообщения о преступлении является первоначальной стадией уголовного судопроизводства, без которой невозможно принять верное процессуальное решение. Достаточность и точность собранных материалов, относящихся к совершенному общественно опасному деянию, на

стадии рассмотрения сообщения о преступлении позволяет должностным лицам правоохранительных органов принять решение о возбуждении уголовного дела, об отказе в возбуждении уголовного дела или передаче сообщения по подследственности. Сроки рассмотрения сообщения о преступлении совпадают со сроками общей проверки сообщения о преступлении и предусмотрены ст. 144 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации (далее – УПК РФ).

В научном сообществе ведутся дискуссии по вопросу определения процессуального значения порядка рассмотрения сообщения о преступлении. О.В. Мичурина наделяет проверку сообщения о преступлении обязательным характером [2, с. 57]. К.И. Мигушин говорит о том, что порядок рассмотрения сообщения о преступлении должен быть облегченным и иметь вероятностное содержание [3, с. 18]. Д.В. Рылков отмечает, что рассмотрение сообщения о преступлении с момента принятия Уголовно-процессуального кодекса РСФСР 1960 г. приобрело значение самостоятельного процессуального института, относящегося к стадии возбуждения уголовного дела [4, с. 140]. Мы, разделяем мнения ученых, определяем рассмотрение сообщения о преступлении как важный этап, необходимый для принятия законного и обоснованного процессуального решения.

Исследуя тематику рассмотрения сообщения о преступлении с научной точки зрения, мы выявили мнения ученых о необходимости исключения проверки сообщения о преступлении в виду наличия процессуальных сложностей, что в действительности нарушает процессуальное значение проверки сообщения о преступлении как самостоятельного института. Такое решение связано с наделением рассмотрения сообщения о преступлении признаками «промежуточного звена», усложняющего стадию возбуждения уголовного дела, дублируя некоторые следственные или процессуальные действия. Например, получение объяснения от заявителя, пострадавшего или очевидца, обладающих сведениями о совершенном общественно опасном деянии, при рассмотрении сообщения о преступлении идентично допросу потерпевшего, свидетеля или подозреваемого на стадии предварительного расследования. Необходимо отметить, что такое объяснение не может иметь процессуальное значение и быть положено в основу возбуждения уголовного дела, так как статус очевидца процессуально не закреплён, то есть сам документ не является процессуально верным.

В соответствии с ч. 1.1 ст. 144 УПК РФ на стадии рассмотрения сообщения о преступлении в обязанности должностного лица входит разъяснение прав и обязанностей всем участвующим участникам следственных и процессуальных действий. Возникает вопрос: в каком процессуальном порядке должностное лицо, проводящее проверку сообщения о преступлении, будет обеспечивать ознакомление с правами и обязанностями лиц, чей статус процессуально не закреплён. Процессуальное решение приравнять пострадавшего к потерпевшему, очевидца к свидетелю неверно, так как лицо, наделённое статусом подозреваемого, потерпевшего, или свидетеля, приобретает такой статус только после возбуждения уголовного дела.

Учеными, исследующими процессуальное значение рассмотрения сообщения о преступлении, предлагается с момента появления повода и оснований для возбуждения уголовного дела незамедлительно выносить решение о возбуждении уголовного дела без предварительной проверки сообщения о преступлении. Все первоначальные следственные и процессуальные действия проводить после возбуждения уголовного дела, тем самым нивелируя положения ст. 144 УПК РФ. Мы не согласны с таким предложением, так как отсутствие предварительной проверки материалов о совершенном или готовящемся преступлении может повлечь принятие должностным лицом необоснованного решения: о

возбуждении или отказе в возбуждении уголовного дела, привлечение в качестве подозреваемого невинного лица.

В связи с чем, считаем необходимым дополнить УПК РФ, закрепив процессуальный статус, права и обязанности заявителя, очевидца, пострадавшего. Данные меры позволят соблюдать принцип законности, исключат необоснованность применения норм, содержащихся в ст. 144 УПК РФ, обеспечивать процессуальное значение рассмотрения сообщения о преступлении.

Проанализировав некоторые особенности исследуемой темы, можно определить процессуальное значение порядка рассмотрения сообщения о преступлении как обязательного этапа доследственной проверки, входящего в общий срок проверки сообщения о преступлении, на котором возможно получение дополнительной информации о произошедшем общественно опасном деянии, для принятия обоснованного решения о возбуждении или отказе в возбуждении уголовного дела, передачи сообщения по подследственности. Порядок рассмотрения сообщения о преступлении как самостоятельный процессуальный институт обеспечивает законность принятого решения об удовлетворении или отказе возбуждения уголовного дела, поддерживает гарантии прав и свобод человека и гражданина.

#### Список литературы

1. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации от 18.12.2001 г. № 174-ФЗ. СПС «КонсультантПлюс». URL: <https://www.consultant.ru> (Дата обращения 27.05.2023 г.).
2. Мигушин К.И. Досудебное производство как стадия современного уголовного процесса России: Автореф. дис. ... канд. юрид. наук. Н.-Новгород, 2004. 188 с.
3. Мичурина О.В. Эволюция порядка рассмотрения сообщения о преступлении: от доследственной проверки до квазирасследования // Вестник экономической безопасности. 2019. С. 56-60.
4. Рылков Д.В. Проверка сообщения о преступлении как самостоятельный институт, относящийся к стадии возбуждения уголовного дела. // Вестник Сибирского юридического института МВД России. 2018. № 1, С. 136-140.

## РАЗДЕЛ «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА»

### СЕКЦИЯ «БИОМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

УДК 616-072.7+537.635

#### **ВОЗМОЖНОСТИ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ И МРТ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ**

Бельшева М.Н., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

belshevamn@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Сафонова Л.П., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Согласно ВОЗ во всем мире более 55 миллионов человек живут с деменцией, важную роль в развитии которой играет ишемия тканей мозга, вызванная: снижением кровотока и/или нарушением усвоения кислорода поврежденными тканями. Однако сегодня в клинической практике отсутствуют стандартные методики и технические реализации методов, позволяющих проводить одновременную оценку и кровотока, и метаболизма без методических сложностей и расхождений в результатах [1]. Решением могут быть либо использование диффузионной корреляционной спектроскопии, относительно нового метода, не являющегося стандартным, либо объединение спектроскопии ближнего инфракрасного диапазона (NIRS) и магнито-резонансной томографии (МРТ).

Таким образом, целью работы, нацеленной на второй вариант, является разработка алгоритмов и методики как для одновременной оценки кровотока и метаболизма, так и для дальнейшего внедрения спектроскопии в неврологию для многократного контроля динамики состояния пациента, проводимого без повторного МРТ и без сопряженного с ним стресса для пациента.

Полученная по анатомическим данным с высоким пространственным разрешением информация позволяет улучшить точность позиционирования и настройки NIRS, что позволяет увеличить воспроизводимость результатов. NIRS в свою очередь, в отличие от МРТ, дает абсолютные значения окси-, дезоксигемоглобинов с высоким временным разрешением, что позволяет уточнить форму и абсолютные значения кривых кровотока и скорости потребления кислорода, определяемых с помощью зависимого от уровня дезоксигемоглобина BOLD (blood oxygenation level dependent) сигнала МРТ.

Необходимость совмещения NIRS и МРТ исследований для отдельного определения скорости потребления кислорода и скорости кровотока определяется тем, что МРТ не дает их абсолютных значений без калибровки: отношение метаболизма к кровотоку выражается через регистрируемый сигнал с неизвестными коэффициентами. Спектроскопический метод, хотя и дает абсолютное значение данного отношения, не может разделить кровоток и метаболизм без знания кривой кровотока, получаемой, например, с помощью МРТ. Поэтому целесообразна регрессия между отношением скорости потребления кислорода к скорости церебрального кровотока, полученного из МРТ и СБИК – данных, которая позволяет получить неизвестные коэффициенты для вычислений по МРТ-данным и скорректировать вид кривых скорости кровотока и

скорости потребления кислорода благодаря высокому временному разрешению спектроскопических данных [2].

Для достижения цели работы были разработаны и апробированы методика совмещения спектрометрических и МРТ измерений, алгоритмы для анализа спектрометрических и совмещенных данных, предложен метод коррекции результатов спектрометрических измерений с учетом различий кривизны обследуемой поверхности и калибровочного блока на основе результатов численного моделирования в программе NIRFASTer [3] открытого доступа и экспериментальных исследований.

Результаты первичного спектроскопического исследования на трёх субъектах: двух возрастных субъектах с и без сосудистых нарушений и молодом здоровом испытуемом - соответствуют известным физиологическим данным для нормы, возрастных изменений и сосудистых нарушений. Кривые кровотока и скорости потребления кислорода, полученные по результатам регрессии между МРТ и NIRS измерениями для здорового субъекта, соответствуют литературным данным по форме и амплитуде: в норме степень увеличения потребления кислорода меньше степени увеличения кровотока. Однако минимизируемая разница между подвергающимися регрессии отношениями метаболизма к кровотоку из BOLD-MPT и NIRS измерений недостаточно мала, что может быть связано с неодновременностью записи данных модальностей и влиянием ортостаза.

Результаты предварительных исследований являются положительными. Дальнейшие этапы работы включают в себя совершенствование алгоритмов для коррекции данных спектрофотометрических измерений с учетом кривизны, совершенствование методики исследования, создание МРТ-совместимого оптического зонда для дальнейших совместных NIRS-MPT измерений на неврологических пациентах с соблюдением этических норм.

#### Список литературы

1. Добрынина Л.А. Нейроваскулярное взаимодействие и церебральная перфузия при старении, церебральной микроангиопатии и болезни Альцгеймера // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2018. № 12 (Специальный выпуск). С. 87–94. DOI: 10.25692/ACEN.2018.5.11
2. Tak S. et al. Quantification of CMRO<sub>2</sub> without hypercapnia using simultaneous near-infrared spectroscopy and fMRI measurements // *Physics in Medicine & Biology*. 2010. V. 55. №. 11. pp.3249.
3. Dehghani H. et al. Near infrared optical tomography using NIRFAST: Algorithm for numerical model and image reconstruction // *Communications in numerical methods in engineering*. 2009. V. 25. №. 6. pp. 711-732.

**УДК 616-072**

**РАЗАБОТКА АПК ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЛЕТОК БУККАЛЬНОГО ЭПИТЕЛИЯ**

Буслаев А.А., студент,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»  
buslaevaa@student.bmstu.ru

Романова П.С., студент,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»  
romanovaps@student.bmstu.ru

Орджоникидзе М.А., студент,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»  
dipper.piants2002@gmail.com

Научный руководитель: Румянцева А.А., ст.преподаватель  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Как известно, любое заболевание в человеческом организме возникает на клеточном уровне. Из этого следует, что при исследовании заболевания стоит оценивать функциональное состояние организма человека (ФСОЧ), как единую систему.

В последние годы возрос интерес к клеткам буккального эпителия (БЭ), которые выстилают все слизистые оболочки организма человека. БЭ – многоинформативная структура в теле человека, обладающая большим набором функций. Являясь границей между внутренней и внешней средой организма, БЭ принимает участие в иммунном ответе и секретирует ряд сигнальных молекул [1]. Нарушения строения, морфологии и функциональных свойств клеток могут нести информацию о воспалительных процессах в организме человека, а также о его биологическом возрасте.

Данная работа посвящена разработке методики исследования электрокинетических свойств БЭ для оценки ФСОЧ. За основу исследования взята методика внутриклеточного микроэлектрофореза, разработанной В.Г. Шахбазовым и соавторами.

Был разработан аппаратно-программный комплекс для исследования электрокинетических свойств клеток БЭ, состоящий из трех блоков: блок регистрации, блок микроэлектрофореза и блок обработки данных.

Для выполнения исследования на первом этапе производится пробоподготовка биоматериала путем нанесения клеток, полученных в ходе взятия соскоба с внутренней стороны щеки, на предметное стекло. Далее осуществляется запуск аппаратно-программного комплекса микроскопии, главной частью которого является модуль микроэлектрофореза.

Было установлено, что при напряжении ниже 400 В/м не возникают требуемые перемещения в препарате, а при напряжении свыше 1200 В/м происходит значительное повышение температуры, что ведет к испарению препарата и гибели образца.

Модуль микроэлектрофореза состоит из камеры для микроэлектрофореза и блока управления формой сигнала. Сама схема блока управления формой сигнала, которая подключается к микроконтроллеру, состоит из двух драйверов верхнего и нижнего плеч и четырех полевых транзисторов.

Данная архитектура позволяет собрать аппаратно-программный комплекс малых размеров, простой в сборке и обслуживании, не дорогой за счет небольшого количества простейших элементов.

Было проведено исследование для определения зависимости между соотношением молодых и старых клеток и биологическим возрастом человека. Исследование проводилось на выборке независимой по полу и возрасту с уровнем значимости 0.05. В



результате исследования было установлено, что практически для всех пациентов биологический возраст сильно отличается от паспортного.

Также было проведено исследование по определению  $\square$ -потенциала ядер клеток буккального эпителия у людей с хроническим тонзиллитом. Исследование проводилось на выборке независимой по полу и возрасту и курению испытуемых с уровнем значимости 0.05.

Влияние наличия хронического тонзиллита на  $\square$ -потенциал ядер клеток буккального эпителия проверялось расчетом относительного риска. Если значение потенциала ниже 10 мВ, что соответствует началу коагуляции системы, значение рассматривалось как низкое, если выше 10 мВ, что соответствует стабильности системы, значение рассматривалось как высокое. У 8 испытуемых с хроническим тонзиллитом потенциал выше 10 мВ и 3 испытуемых ниже. У 6 здоровых испытуемых потенциал выше 10 мВ, и у 5 ниже. Значение относительного риска получили равное 1,33, доверительный интервал [1,05; 2,55]. Данный результат говорит о статистически значимом повышении частоты исходов (повышение потенциала) при наличии фактора риска (наличие хронического тонзиллита).

#### Список литературы

1. Пальцев М.А., Кветной И.М., Полякова В.О. Сигнальные молекулы в буккальном эпителии: оптимизация диагностики социально значимых заболеваний // Журнал Молекулярная медицина. 2012. №4. С. 18-23

#### УДК 615.47

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТРОМБЭКТОМИИ НА ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ

Горбунова П.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

p.i.gorbunova@gmail.com

Научный руководитель: Борде А.С., к.т.н., ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

По данным всемирной организации здравоохранения, заболевания сердечно-сосудистой системы являются самой частой причиной смерти в мире (более 17 миллионов человек в год) и достаточно часто приводят к инвалидности. Тромбоз — прижизненное свертывание крови в просвете сосуда или в полостях сердца. Образующийся при этом сверток крови называют тромбом. Проблема тромбозов в настоящий момент стоит достаточно остро, в связи с большой распространенностью данного заболевания (является осложнением многих болезней, в том числе Covid-19) и высоким риском внезапной смерти.

В настоящее время разрабатываются различные методы эндоваскулярного лечения тромбозов. Одним из таких методов является разрушение тромба при помощи ультразвукового воздействия. Ультразвуковое воздействие позволяет выполнять более эффективное механическое разрушение тромба, а также усиливать активность препаратов при тромболитической терапии.

В результате разрушения тромба образуются микрочастицы. Чтобы избежать закупорку капилляров, необходимо чтобы размер полученных частиц был не более 10 мкм. Размер частиц зависит от параметров ультразвукового воздействия, в частности от амплитуды колебаний дистального конца волновода-инструмента и длительности

воздействия. В данной работе возможность ультразвукового разрушения физической модели тромба исследовалась с использованием аппарата ультразвукового хирургического «ФОТЕК» (ООО «ФОТЕК», г. Екатеринбург) с волноводом-инструментом диаметром 1 мм и максимальной амплитудой на дистальном конце 50 мкм. Физические модели (фантомы) тромба были изготовлены из силикона Tooldecor 40, силикона Ecoflex, агара-агара и желатина. Материалы подобраны по результатам литературного обзора исходя из критерия подобия механических свойств [1]. Наиболее важными характеристиками для подбираемых материалов мы считали плотность и твердость по Шору.

Разрушение фантомов выполняли при максимальной амплитуде колебаний 50 мкм и частоте 24 кГц во всех экспериментах и варьировали время воздействия.

Для фантомов, изготовленных из силиконов, анализ размера частиц осуществлялся при помощи блока для определения концентрации диспергированных частиц тромба на базе датчика пыли Sharp GP2Y1010AU0F (позволяет оценить качество воздуха в помещении, измеряя концентрацию пыли и твердых мелкодисперсных частиц размером до 2,5 мкм) и микроконтроллера Arduino Mega 2560. Конец трубки, имитирующий сосуд, подводился к отверстию датчика пыли, содержащему свето- и фотодиоды. Данные регистрировались в формате зависимости концентрации от времени. В результате были получены графики, иллюстрирующие зависимость концентрации частиц разрушенного фрагмента фантома тромба в зависимости от времени, а также экспоненциальная аппроксимация этих графиков, и усредненная аппроксимация.

Так как воздействие ультразвука на агар (концентрация 10%) и желатин (концентрация 5%) приводит к образованию жидкой суспензии, для определения размера частиц, которые не фиксируются датчиком пыли, но все еще невидимы для человеческого глаза, использовался микроскоп Bresser Advance ICD (Bresser GmbH, Реде, Германия) с цифровой камерой Levenhuk M1400 PLUS (Levenhuk, Тампа, Флорида, США). В серии экспериментов на фантомах из желатина и агара также осуществлялось сравнение ультразвукового разрушения с механическим разрушением без наложения ультразвуковых колебаний при одинаковом времени воздействия.

Воздействие ультразвуком и механическое воздействие на желатиновые фантомы осуществлялось в течение 30 с. В результате анализа изображений, получаемых с микроскопа, наибольший размер частиц при ультразвуковом разрушении фантома из желатина составил 14865 мкм, наименьший составил 711 мкм. Среднее значение размера больших частиц — 10580 мкм, доверительный интервал: [7834;13326], среднее значение размера малых частиц — 822 мкм, доверительный интервал: [689;955]. При механическом разрушении наименьший размер — 1902 мкм, наибольший размер — 22549 мкм. Среднее значение размера больших частиц — 16680 мкм, доверительный интервал: [7366;25993], среднее значение размера малых частиц — 2070 мкм, доверительный интервал: [928;3212]. При разрушении агара ультразвуком в течение 2 мин наибольшая частица имела диаметр 21852 мкм, наименьшая — 1019 мкм, в течение 3 мин наибольшая — 21790 мкм, наименьшая — 866 мкм, в течение 4 мин наибольшая — 4857 мкм, наименьшая — 130 мкм. Механическое разрушение фантомов из агара не производилось в виду высокой твердости материала.

#### Список литературы

1. Wortmann N. et al. Development of synthetic thrombus models to simulate stroke treatment in a physical neurointerventional training model // All life, V. 15, №. 1. 2022. 20 p.

УДК 612.16

**РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ВИДЕОПЛЕТИЗМОГРАФИИ В ЗАДАЧЕ МОНИТОРИНГА СЕРДЕЧНОГО РИТМА И АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ**

Качнов В.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

vlad.kachnov@gmail.com

Коледа Ф.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

fkoleda@bk.ru

Научный руководитель: Семчук И.П., к.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

На сегодняшний день по всему миру широко распространены сердечно-сосудистые заболевания. Данная группа заболеваний, согласно всемирной организации здравоохранения, ежегодно уносит примерно 17,9 миллиона жизней. Это приводит к необходимости мониторинга параметров сердечно-сосудистой системы с целью ранней диагностики и профилактики заболеваний. Одним из факторов риска сердечно-сосудистой заболеваний и смертности является артериальная гипертензия, в связи с чем артериальное давление является одним из жизненно важных показателей человека, требующим регулярного контроля и мониторинга, особенно в пожилом и зрелом возрасте. В свою очередь нарушение сердечного ритма является наиболее частым нарушением работы сердечно-сосудистой системы. Согласно статистике нарушения сердечного ритма встречаются у двух третей госпитализируемых пациентов [1]. Исследования показывают, что повышенное значение частоты сердечных сокращения коррелирует со смертностью у населения без диагностированных сердечно-сосудистых заболеваний, а также у пациентов с ишемической болезнью сердца или сердечной недостаточностью. Особенно актуальной оказывается проблема контактных измерений при мониторинге параметров сердечно-сосудистой системы в условиях, когда ткани пациента повреждены (ожоговые повреждения) или деликатны (новорождённые) и контакт с ними нежелателен или невозможен.

В настоящее время наиболее распространённым способом измерения артериального давления является метод Короткова и его производные [2]. У данных методов есть недостатки, а именно: частое надувание манжеты может привести к трофическим нарушениям на коже и повреждению локтевого нерва; наблюдается нарушение гемодинамики кровеносных сосудов за счет их полного пережатия в момент компрессии. Процесс многократного повторения измерений может вызвать ишемию окклюзируемого органа, в особенности у пожилых людей. В случае оценки параметров variability сердечного ритма, основным методом является метод электрокардиографии (ЭКГ), который сопряжен со всеми трудностями контактных методов. Учитывая данные недостатки, перспективным является бесконтактный метод оценки параметров сердечно-сосудистой системы, основанный на технологии видеоплетизмографии (ВПГ) [3]. При использовании данного метода для оценки артериального давления существует ряд недостатков, а именно: зависимость артериального давления от различных показателей, отражающих работу сердечно-сосудистой системы; высокая погрешность; изменение параметров биологического объекта во время измерения. В то же время измерения параметров сердечного ритма с использованием ВПГ широко освещено в научной литературе, однако все еще обладает рядом нерешенных задач.

Таким образом целью данной работы является разработка экспериментального стенда для регистрации базы данных, включающей различные показатели, отражающих работу сердечно-сосудистой системы, а также видеоизображения лица и поверхности руки для разработки и валидации алгоритмов оценки параметров сердечно-сосудистой системы при помощи ВПГ.

В ходе проделанной работы была получена зависимость артериального давления от времени распространения пульсовой волны. Данное соотношение получено из уравнения Навье – Стокса (1):

$$\frac{\partial \bar{v}}{\partial t} + (\bar{v}\nabla)\bar{v} = \frac{-1}{\rho} \text{grad}P + \vartheta\Delta\bar{v} \quad (1)$$

После преобразования уравнения (1) можно получить искомое соотношение:

$$P = \frac{1}{\alpha} \ln \left( \frac{L^2 \rho d}{T^2 E_0 h} \right), \quad (2)$$

где  $P$  – давление;  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий свойства сосудистой стенки;  $L$  – длина сосуда;  $\rho$  – плотность;  $d$  – диаметр сосуда;  $h$  – толщина стенки;  $T$  – время распространения пульсовой волны;  $E_0$  – модуль юнга для  $P=0$ . Выражение (2) позволяет утверждать о возможности применения технологии видеоплетизмографии для бесконтактного измерения артериального давления.

Разработан экспериментальный стенд в состав, которого входят: плата Arduino Uno, устройство для регистрации электрокардиограммы (ЭКГ) AD2882; высокоскоростная камера Xib-64; персональный компьютер; тепловизор Heimann; веб-камера; тонометр; смартфон; два датчика фотоплетизмограммы. Проведена пробная регистрация сигналов, определены требования к настройкам устройств для достижения максимальной синхронизации регистрируемых сигналов.

Разработан адаптивный алгоритм выделения участка поверхности кожи на изображении, не зависящий от освещённости и цвета кожи пациента, который был использован в задаче оценки скорости пульсовой волны, используемой при оценке артериального давления.

В ходе проделанной работы разработана методика регистрации базы данных, а также экспериментальный стенд для регистрации параметров сердечно-сосудистой системы и видеоизображений лица и поверхности руки, получена зависимость артериального давления от времени распространения пульсовой волны. С применением разработанного стенда будет проведена регистрация базы данных, которая будет использована для разработки и валидации бесконтактных методов измерения параметров сердечного ритма и артериального давления.

#### Список литературы

1. Бокерия Л.А. Аритмология: *intus partis* // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2016. № 3. С. 77-101
2. Манвелов Н.С., Кадыков А.В. Артериальное давление и техника его измерения. // Российский медицинский журнал. 2015. №1. (21) С. 49-51.
3. Писарев М.А. Проблемы и достижения в области измерения артериального давления. // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2016. V4. №10. С. 65-68.

УДК 616-71

## **РАЗРАБОТКА БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СПЕКТРОСКОПИИ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ РТА**

Мелихова Е.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

mev191277@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Колпаков А.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

По данным Всемирной организации здравоохранения частота выявления пациентов с онкологическими заболеваниями слизистой оболочки рта за последние 10 лет увеличилась на 30% [1]. Согласно прогнозам к 2040 году число новых пациентов с заболеваниями, локализованными в полости рта, в мире увеличится на 32%, а в России – на 10% [2]. Таким образом, разработка новых аппаратных и программных методов выявления предраковых поражений слизистой оболочки рта является актуальной социально значимой задачей.

Среди существующих методов исследования (гистологические, оптические, иммунологические, цитологические и флуоресцентные) золотым стандартом диагностики предраковых поражений слизистой оболочки полости рта является сочетание иммунологического метода с гистологическим исследованием. Недостатками метода являются инвазивность, зависимость результатов диагностики от квалификации врача, эффективность диагностики на поздних стадиях развития болезни и дорогостоящее оборудование.

Оптические методы диагностики заключается в применении оптического излучения для обследования тканей и органов пациентов с целью получения по характеристикам распространения света диагностической информации о строении и функционировании исследуемого участка. Среди преимуществ оптических методов исследований – неинвазивность и возможность обнаружения структурных неоднородностей в тканях на глубине [3]. Отражательная диффузионная спектроскопия является методом оптической диагностики, предназначенным для измерения поглощающих и рассеивающих свойств оптически неоднородных сред, таких как биологические ткани. Процессы поглощения и рассеяния света в биоткани определяют количество выходящего из нее обратно рассеянного излучения, которое, в свою очередь, определяет величину измеряемого параметра – коэффициента диффузного отражения (КДО).

В рамках проводимого на кафедре БМТ-1 исследования, целью которого является проверка возможности раннего выявления предраковых поражений слизистой оболочки полости рта *in vivo* с помощью спектроскопии диффузного отражения, на клинической базе МГМСУ им. А.И. Евдокимова проведен сбор спектральных данных, которые объединены в единую базу данных. Для классификации спектров по типу поражения сформирована выборка из спектров 175 пациентов по трем типам поражений. 106 спектров относятся к диагнозу красный плоский лишай (КПЛ), 43 – к лейкоплакиям, 26 – к травматической эрозии. Сформировались обучающая и тестовая выборки. Обучающая выборка составляет 70% от используемых спектров, тестовая — 30%.

Проведена классификация спектров слизистой оболочки рта по трем типам поражений: КПЛ, лейкоплакия и травматическая эрозия. Классификация проведена с использованием пяти различных алгоритмов: логистическая регрессия (LR), метод k ближайших соседей (kNN), метод опорных векторов (SVM), метод случайного леса

(Random Forest), линейный дискриминантный анализ (LDA), — для определения оптимального. Алгоритмы были реализованы на языке программирования Python.

Для всех трех случаев наиболее точными алгоритмами оказались логистическая регрессия (LR) и метод k ближайших соседей (kNN). Однако точность порядка 70–80% достигалась, в основном, за счет верной классификации спектров, относящихся к классам с большей выборкой. Таким образом, в будущем планируется расширение количества спектров по всем типам поражения для повышения точности классификации по каждому из представленных классов. Еще одна перспектива исследования – классификация спектров слизистой оболочки рта не только по типам поражений, но и по его локализации.

#### Список литературы

1. Ферлей Дж.Э., Лам Ф., Коломбе М., Мери Л., Пиньерос М., Знаор А., Соержоматарам И., Брей Ф. Глобальная онкологическая обсерватория: Рак сегодня, Лион, Франция: Международное агентство по изучению рака (2020) URL: <https://gco.iarc.fr/today/fact-sheets-cancers> (Дата обращения 27.10.2022)
2. Ферлей Дж., Лаверсанн М., Эрик М., Ам Ф., Коломбо Т.М., Мери Л., Пинерос М., З. Нова, Соерджоматарам И., Брей Ф. Обсерватория Глобального центра: Рак завтрашнего дня. Лион, Франция: Международное агентство по изучению рака (2020) URL: <https://gco.iarc.fr/tomorrow> (Дата обращения 27.10.2022)
3. Оптическая биомедицинская диагностика / пер. с англ. Под ред. В.В. Тучина. В 2. Т. 1. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 560 с.

#### УДК 616-71

### РАЗРАБОТКА БТС ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ХИМИОТЕРАПИИ С АКУСТИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Стахова А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Stakhovaaanna99@gmail.com

Научный руководитель: Скворцов С.П., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Метод ультразвуковой химиотерапии заключается в усилении действия химиопрепаратов под воздействием ультразвука в результате усиления обменных процессов и транспорта веществ через клеточные мембраны с целью уменьшения токсической нагрузки на организм пациента [1]. Полезные эффекты при таком воздействии обусловлены преимущественно кавитацией в растворе лекарственного вещества, при этом максимальная эффективность такого сочетанного воздействия наблюдается при некотором режиме кавитации. При большей или меньшей мощности ультразвука снижается лечебный эффект и возрастает риск осложнений, поэтому представляется целесообразным разработку ультразвукового аппарата с автоматическим поддержанием нужного режима кавитации.

Эффективность ультразвукового воздействия связана с давлением в ударной волне, возникающей при схлопывании кавитационных пузырьков, поэтому была промоделирована зависимость давления в ударной волне от амплитуды колебаний излучателя [2]. Полученная зависимость имеет локальные экстремумы, при этом при большей амплитуде колебаний излучателя можно получить меньшее давление в ударной волне и меньшую эффективность воздействия. Максимальная эффективность оценивалась по максимальной амплитуде давления в ударной волне. Вид и расположение экстремумов

этой зависимости зависят от условий излучения, температуры, концентрации примесей, что затрудняет априорную оценку эффективности, так что требуется система обратной связи, динамически поддерживающая требуемый режим кавитации.

Для контроля параметров ультразвукового воздействия выбран метод, основанный на регистрации акустического излучения кавитационной области [3]. Особенностью использованного метода является то, что в кавитационном шуме выделяются не гармоники, кратные основной частоте излучателя, а субгармоники. По соотношению амплитуд субгармоник определяется форма пульсаций пузырьков, порождающих шум, и амплитуда колебаний излучателя, соответствующая максимальной эффективности кавитации. Моделирование показало, что второму локальному максимуму зависимости давления в ударной волне от амплитуды колебаний излучателя соответствует момент исчезновения субгармоники на частоте  $f/2$  и появления субгармоники на частоте  $f/3$ .

Для верификации расчетной модели проведены экспериментальные исследования. В качестве излучателя использовался ультразвуковой магнотриксционный преобразователь с резонансной частотой 26,5 кГц. Титановый инструмент погружался в различные емкости, заполненные водой. Ультразвуковой аппарат обеспечивал автоматическое поддержание резонансной частоты и регистрацию амплитуды колебаний.

Интенсивность кавитации определялась по скорости разрушения таблеток фурацилина, оцениваемой по убыли массы и по изменению оптической плотности раствора после озвучивания. В обоих случаях при амплитуде колебаний инструмента 23 мкм наблюдается локальный максимум скорости разрушения, и, следовательно, эффективности кавитации. Форма зависимости сходна с результатами моделирования, что подтверждает наличие максимума эффективности кавитации.

Экспериментально получены зависимости амплитуд субгармоник на частотах  $f/2$  и  $f/3$  от амплитуды колебаний для различных условий озвучивания, показывающие удовлетворительное соответствие расчетной модели экспериментальным данным в диапазоне амплитуд до 50 мкм.

Таким образом, для автоподстройки амплитуды колебаний аппарата для ультразвуковой химиотерапии предложено использовать акустическую обратную связь с целью автоматического поддержания максимальной эффективности лечебного воздействия. В качестве управляющей функции предложено использовать линейную комбинацию амплитуд субгармоник на частотах  $f/2$  и  $f/3$ . Минимум полученной управляющей функции соответствует максимуму давления в ударной волне и, соответственно, ожидаемой максимальной эффективности.

Схема биотехнической системы для ультразвуковой химиотерапии с акустической обратной связью содержит микрофон, располагающийся вблизи аппарата, и систему обработки сигнала, управляющей мощностью ультразвукового аппарата в автоматическом режиме.

#### Список литературы

1. Сергеева Н.С., Чиссов В.И., Кабисов Р.К., Свиридова И.К., Амброзевич Е.Г., Николаев А.Л., Стороженко И.В., Родина И.А., Ахмедова С.А., Саранцева О.С., Новикова Е.Г., Соколов В.В. Способ ультразвуковой интраоперационной внутрисполостной химиотерапии. Патент 2162721 Российская федерация. подача заявки: 12.03.1999; публикация патента: 10.02.2001.
2. Физика и техника мощного ультразвука. Т.2. Мощные ультразвуковые поля / под ред. Л.Д. Розенберга. М.:Наука, 1968. 268 с.
3. Скворцов С.П., Масленков Н.С., Нечаев В.И., Кравченко А.П. Контроль параметров кавитации в ультразвуковой хирургии // Медицинская техника. 2019. № 5. С. 38-42.

УДК 616

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРИСТЫХ СКАФФОЛДОВ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ**

Шкуренко А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

shkurenko.gel@mail.ru

Научный руководитель: Аполлонова И.А., к.т.н, доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

apollonova-i@yandex.ru

Научный консультант: Крупнин А.Е., инженер-исследователь

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Лаборатория полимерных материалов

artkrupnin@gmail.com

Тканевая инженерия является перспективным междисциплинарным направлением в регенеративной медицине и объединяет инженерные и биологические науки с целью разработки материалов для восстановления, поддержания или улучшения функции тканей. Скаффолды широко используются в регенеративной медицине для восстановления костных тканей. Они представляют собой трехмерные пористые каркасы, которые являются скелетом для будущих клеток. Чтобы позволить организму самостоятельно сформировать полноценную костную ткань, скаффолды должны обладать рядом свойств: нетоксичность; биодegradация, биосовместимость, включая оптимальный размер пор для беспрепятственного прохождения крови, диффузии питательных веществ и удаления продуктов жизнедеятельности.

Установлено, что диапазон значений диаметров пор, при котором имеет место оптимальная интеграция – от 200 до 1600 микрон при пористости выше 60%. Следует отметить, что пористость нативной губчатой костной ткани варьируется в диапазоне от 50 до 90% [1]. С целью определения прочности и упругости скаффолдов были проведены испытания на одноосное сжатие.

Гироидная поверхность была выбрана в качестве геометрии разрабатываемого скаффолда с связи с тем, что данная форма обеспечивает наилучшую пористость (значение пористости приближено к пористости нативной губчатой ткани 50-90%), что способствует наиболее продуктивной адгезии клеток.

Изделия с топологией трижды периодической поверхности минимальной энергии (ТППМЭ) состоят из повторяющихся элементов с минимально возможной площадью. Они сочетают поверхности с положительной и отрицательной кривизной. Примером таких поверхностей являются гироиды — бесконечные, трижды периодические структуры (с периодичностью вдоль трех осей).

Они имеют строгое математическое уравнение, с помощью которого можно варьировать параметры периодичности, а следовательно, и свойства получаемых материалов:

$$\cos(kx) \cdot \sin(ky) + \cos(ky) \cdot \sin(kz) + \cos(kz) \cdot \sin(kx) = t \quad (1)$$

$k$  – параметр, отвечающий за период функции и размер элементарной ячейки;

$t$  – параметр, отвечающий за размер пор (связность области) [2]

Построение геометрии производилось в специальном математическом пакете Wolfram Mathematica. После чего рассчитывалась пористость каждой модели по следующей формуле:



$$\varphi = \frac{V_c}{V_0 - V_c}, \quad (2)$$

В данной работе для изготовления образцов использовалась FDM-печать. FDM (Fused deposition modeling) — одна из самых популярных технологий 3Дпечати. Материал скаффолдов — полилактид (PLA), полиэфир молочной (2-гидроксипропионовой) кислоты, который способен постепенно гидролизиться, после чего образуется молочная кислота. Кроме этого, он дешев, нетоксичен и биосовместим с тканями человека.

Испытания на одноосное сжатие проводились по стандарту ASTM D695-15. Образец для испытания подвергают сжатию вдоль его главной оси с постоянной скоростью до разрушения или до тех пор, пока нагрузка или уменьшение длины не достигнет заданного значения. Нагрузка, которую прикладывают к образцу, измеряют в течение всего процесса испытания [3].

В испытаниях использовалась испытательная машина Instron 5965. Образец устанавливался между двумя пластинами (рис. 18). После чего термокамера закрывалась до достижения отметки температуры  $\tau=37^{\circ}\text{C}$ . Затем машина запускала верхнюю траверсу со скоростью 1мм/мин. Движение выполнялось до момента разрушения образца. По результатам испытаний были получены графики зависимости напряжения при сжатии от деформации.

По результатам исследований самым прочным оказался образец с периодом 4мм, параметром  $t=0$ . Анализ графиков показал, что наибольшее значение напряжения приводило к деформации в 6 %. Известно, что механические характеристики здоровой губчатой кости имеют значения модуля Юнга вдоль волокон равные 0,2 – 0,5 ГПа [1].

С целью отбора образцов, наиболее похожих по механическим характеристикам на губчатую нативную ткань, был проведён анализ сравнения полученных значений модуля упругости с теоретическими значениями. По данным критериям проходят следующие модели: G4\_0,25; G4\_0; G5\_0,25; G5\_0; G6\_0,25; G6\_0; G7\_0,25; G7\_0; G8\_0,25; G8\_0. Откуда следует, что параметр  $t$  следует брать от 0 до 0,25. С уменьшением значения параметра  $t$  увеличивалось значение модуля упругости.

#### Список литературы:

1. Goldstein S.A. The mechanical properties of trabecular bone: dependence on anatomic location and function // Journal of biomechanics. 1987. V. 20. №. 11-12. pp. 1055-1061.
2. Дьяченко, С.В., и др.. Физико-механические свойства модельного материала с топологией трижды периодических поверхностей минимальной энергии типа гироид в форме куба. // Журнал технической физики. Т. 88. В. 7. 2018. С. 1014-1017.
3. ГОСТ 4651-2014 Пластмассы. Испытание на одноосное сжатие. Дата введения 01.03.2015. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200110855> (Дата обращения 11.04.2023)

## СЕКЦИЯ «МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 612.822.3; 004.94

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗРИТЕЛЬНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ИНТЕРФЕЙСА МОЗГ-КОМПЬЮТЕР

Беляев А.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

alexbelmai@yandex.ru

Научный руководитель: Дмитриев А.Н. ст. преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

dmitalex@bmstu.ru

Зрительные вызванные потенциалы (ЗВП) относятся к электрическим потенциалам, зарегистрированным на скальпе над зрительной корой головного мозга. Компоненты ЗВП на фотостимуляцию при идентификации могут быть разделены на первичные и вторичные. При обозначении используют последовательную нумерацию или значение латентности соответствующего позитивного или негативного пика N75, P100, N145, P200 и т.д. При многократном предъявлении зрительных стимулов с фиксированной частотой в диапазоне 1–100 Гц, в затылочной области возникают стационарные зрительные вызванные потенциалы (SSVEP).

Интерфейсы мозг-компьютер (ИМК) на основе SSVEP могут обеспечивать высокую скорость передачи данных, а сами SSVEP очень устойчивы к артефактам, возникающим при моргании и движениях глаз. К основным категориям приложений SSVEP-ИМК относят: системы реабилитации и повышения качества жизни, спеллеры для набора текста, ортезы и протезы [1].

Амплитуда SSVEP зависит от антропометрических данных субъекта, параметров фотостимуляции и числа активных нейронов в коре головного мозга [2]. Сильное влияние на величину амплитуды оказывают индивидуальные особенности субъекта, а наибольшей амплитудой обладают потенциалы, полученные при стимуляции в низкочастотном диапазоне до 20 Гц, который может вызвать утомление. Ввиду наличия внутрииндивидуальной и межиндивидуальной вариабельностей амплитуда ЗВП мало используется как диагностический критерий в клинической практике. Более того, классификация для ИМК-приложений, использующих SSVEP, может быть затруднена по той же причине.

Пересчет амплитуд SSVEP в терминах биофизических параметров сигнала, таких как амплитуда и направление токового диполя или число вовлеченных в стимуляцию нейронов, в результате решения обратной задачи (ОЗ) ЭЭГ позволит минимизировать указанные проблемы [3]. Для этого необходимо проведение исследования амплитудных и биофизических характеристик SSVEP при варьировании частоты стимуляции. По результатам исследования требуется оценить параметры SSVEP в средне- и высокочастотных областях стимуляции и продемонстрировать алгоритм решения прямой и ОЗ ЭЭГ.

Перед решением прямой и ОЗ ЭЭГ необходимо создание математической модели объемного проводника на основе данных МРТ изображения головного мозга и окружающих тканей. Для решения прямой задачи необходимо произвести расчет распределения электрического потенциала по поверхности скальпа, на основе нейронных

источников, размещенных в коре головного мозга. ОЗ заключается в локализации диполя в коре головного мозга, на основе экспериментальных данных ЭЭГ.

Для решения задач было проведено экспериментальное исследование, в ходе которого получили функциональные пробы ЭЭГ добровольца при различных частотах фотостимуляции. Экспериментальные данные обрабатывались в среде Matlab. Для каждого канала ЭЭГ было произведено дискретное преобразование Фурье. Для решения ОЗ использовались данные ЭЭГ, записанные на электродах О1, О2, Т5, Т6, Рз, Р3, Р4.

Разработка математической модели объемного проводника содержала несколько этапов.

Первичная сегментация МРТ изображения была выполнена при помощи программного обеспечения Brainstorm. Затем в программе 3D Slicer были удалены объекты, не привязанные к основной геометрии модели. Итоговая сегментация проведена в программном обеспечении ITK-Snap. Каждый сегмент был экспортирован в виде поверхностной сетки в формате STL и проверен на наличие нарушений целостности в программе Autodesk Meshmixer.

После создания трехслойной среды в программной среде Comsol Multiphysics были установлены точки вблизи внутренней части поверхности головного мозга для задания электрических диполей. Результатом является объемный проводник, содержащий информацию о геометрических параметрах и проводимости тканей головного мозга, черепа и скальпа.

Исходя из полученных данных был продемонстрирован алгоритм решения ОЗ ЭЭГ при частотах фотостимуляции 11, 15 и 19 Гц. Результаты выделения SSVEP показали, что наиболее выраженными амплитудами спектральной плотности наблюдались в зонах электродов, расположенных над теменной и затылочной областью. При обработке фрагментов сигнала ЭЭГ, выраженные пики амплитуды SSVEP наблюдались на частотах от 11 до 35 Гц. Величины амплитуд на электроде О1 при этом уменьшились с 5,44 мкВ при стимуляции с частотой 11 Гц до 1,31 мкВ при 35 Гц. При более высоких частотах стимуляции пики были визуально неотличимы от шума.

В ходе решения прямой задачи ЭЭГ при заданном диполе величиной  $1 \times 10^{-8}$  А×м, на поверхности скальпа был получен потенциал, соответствующий физиологическому уровню. При использовании модели объемного проводника и данных, полученных из функциональных проб ЭЭГ, был продемонстрирован алгоритм решения ОЗ.

#### Список литературы

1. Ramírez-Quintana J., Macias-Macias J., Corral-Saenz A. Novel SSVEP Processing Method Based on Correlation and Feedforward Neural Network for Embedded Brain Computer Interface // in Mexican Conference on Pattern Recognition. 2019, pp. 248–258. DOI:10.1007/978-3-030-21077-9\_23.
2. Antonakakis M., Schrader S., Aydin Ü., Khan A., Gross J., Zervakis M., Rampp S., Wolters C.H. Inter-subject variability of skull conductivity and thickness in calibrated realistic head models. // Neuroimage. № 223 (2020). DOI:10.1016/j.neuroimage.2020.117353
3. Гнездицкий В.В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография (картирование и локализация источников электрической активности мозга). М.: Изд-во МЕДпрессинформ, 2004. 288 с.

**УДК 62****ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФПГ СИГНАЛА И ЕГО ОБРАБОТКИ**

Деревесникова Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Зиганурова Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

dash.derevesnikova@gmail.com

Научный руководитель: Лужнов П.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Фотоплетизмография (ФПГ) является эффективным методом в оценке состояния сердечно-сосудистой системы. Контурный анализ фотоплетизмограммы позволяет определить такие информативные параметры, как:

индекс жесткости (SI)

$$SI = \frac{P_{\text{сер}}[sd]}{T_{A_2} - T_{A_1}}, \quad (1)$$

где  $T_{A_2}$  – время амплитуды локального максимума,  $T_{A_1}$  – время амплитуды главного максимума (анакротический пик). Характеризует эластичность стенок артериальных сосудов.

Индекс отражения (RI)

$$RI = \frac{A_2 - A_4}{A_2 + A_4}, \quad (2)$$

где  $A_2$  – амплитуда локального максимума,  $A_4$  – амплитуда главного минимума,  $A_1$  – амплитуда главного максимума. По данной величине можно определить тонус сосудов. Она представляет собой отношение амплитуды систолического пика пульса к диастолическому. Соответствует величине отраженной волны.

Мгновенная частота сердечных сокращений (HR)

$$HR = T_{A_{4(i+1)}} - T_{A_{4i}}, \quad (3)$$

где  $T_{A_{4(i+1)}}$  – время амплитуды главного минимума  $(i + 1)$ -го цикла,  $T_{A_{4i}}$  – время амплитуды главного минимума  $i$ -го цикла [1].

В нашем исследовании проводилось 2 эксперимента, в котором проводилось измерение кровенаполнения сосудов микроциркуляторного русла методом фотоплетизмографии. В первом эксперименте использовались: осциллограф, пульсоксиметр, во втором: осциллограф, пульсоксиметр и тонометр. На указательный палец испытуемого, находившегося в положении сидя, устанавливался пульсоксиметр, после чего выполнялось измерение длительностью в 10 секунд. Оба эксперимента осуществлялись одинаковым образом с единственной разницей, что во втором эксперименте дополнительно фиксировалось артериальное давление посредством тонометра. Исследования проводились в двух измерениях: до и после физической нагрузки. Физическая нагрузка представляет собой 10-15 приседаний. Было получено по 5 измерений ФПГ в первом эксперименте, по 10 – во втором до и после физической нагрузки для двух испытуемых.

Полученные результаты измерений обрабатывались в программно-алгоритмическом комплексе Matlab. Сигнал сглаживался с использованием фильтра скользящего среднего. После фильтрации у сигнала уже можно отчетливо увидеть контур

пульсовой волны, ее основные составляющие. Далее полученный сигнал разбивался на кардиоинтервалы с использованием первой производной, так, что максимумы и минимумы графиков, а значит и пределы кардиоинтервалов, оказались легко определимы. Из всех кардиоинтервалов одного графика визуально выбирался один наиболее информативный. Выделенные кардиоинтервалы масштабировались по амплитуде и накладывались друг на друга. В результате проведенной обработки было получено по два графика (до и после физической нагрузки) для каждого испытуемого. Во втором эксперименте осуществлялась дополнительная обработка посредством введения критерия оценки по времени и амплитуде, по которому неподходящие сигналы не учитывались. В результате были получены более точные графики, готовые для дальнейшего оценивания.

Анализируя полученные графики, мы определяли вариабельность сердечного ритма – различия во времени между последовательными сердцебиениями, известное также как междударный интервал. При физической нагрузке наблюдается возрастание симпатической активности и напряжения регуляторных систем, что подтверждается значительным увеличением частоты сердечных сокращений у испытуемых. Мышечная деятельность приводит к снижению временных показателей ритма сердца по сравнению с контролем, характеризуя понижение активности автономного контура и усиление симпатических влияний [2]. Полученные в результате эксперимента результаты подтверждают вышеизложенные факты: разброс по времени анакротического пика для обоих испытуемых уменьшился.

В настоящее время ведутся активные исследования изменения параметров ФПГ в зависимости от давления. Нам же в ходе проведения исследования не удалось получить явных зависимостей давления и параметров ФПГ. Сложность в сопоставлении данных состоит в том, что пульсоксиметр проводит измерения на уровне микроциркуляторного русла, а тонометр – на уровне плечевой артерии [3]. Однако, если удастся получить такую корреляцию, то работа медицинских работников будет значительно проще, а также будет обеспечено удобство диагностики в домашних условиях.

#### Список литературы

1. Галкин М., Змиевской Г., Ларюшин А., Новиков В. Кардиодиагностика на основе анализа фотоплетизмограмм с помощью двухканального плетизмографа // Фотоника. 2008. № 3. С. 30–35.
2. Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Волковская И.В. Вариабельность сердечного ритма: методы измерения, интерпретация, клиническое использование // Кардио-ИТ. 2009. № 4. С. 21–32.
3. Кузнецов А.А. Биофизика сердца: учеб. пособие. // Кузнецов А.А., Владим. гос. ун-т имени А. Г. и Н. Г. Столетовых-е изд., Владимир: ВлГУ, 2013. 220 с.

**УДК 57.087**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ РУКИ И ПОЛОЖЕНИЯ ПУЛЬСОКСИМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА НА СИГНАЛ ПУЛЬСОВОГО КРОВЕНАПОЛНЕНИЯ**

Колесников Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

kolesnikovda@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Лужнов П.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Среди всех причин смертности населения в мире лидирующее положение многие годы занимают заболевания сердечно-сосудистой системы (ССС). Особенно выделяются такие заболевания, как ишемическая болезнь сердца и инсульт. ССС является связующим звеном между другими системами организма человека. Патологии в ССС в перспективе могут стать причиной возникновения патологий и в других системах органов человека. В связи с этим очень важно проводить раннюю диагностику таких заболеваний.

Пульсовые волны человека являются хорошим и важным диагностическим инструментом. Исследования в этой области показывают, что по пульсовой волне можно оценить кровяное давление, сердечный выброс, биологический возраст сосудов и ряд других характеристик, позволяющих оценить состояние сосудов [1]. При этом на форму пульсовой волны оказывает влияние ряд различных факторов, среди которых можно выделить силу прижатия датчика, возраст человека, а также место измерения и положение руки во время диагностики.

Как правило, диагностика пульсовой волны проводится при оценивании контурных характеристик – характерных точек и значений, которые передаются и обрабатываются в дальнейшем. Определение передаваемых точек важно, поскольку это позволяет избежать передачи не несущих важной диагностической информации данных. Для фильтрации шума и извлечения контурных характеристик из записанных сигналов применялся разработанный ранее алгоритм [2].

Для регистрации пульсовых волн использовалась система, собранная на базе платы ARDUINO UNO. Были использованы 2 оптических датчика с различными длинами волн излучения светодиодов: Pulse Sensor (550 нм) и MAX30102 (660 нм и 880 нм). Данные датчики в последнее время получили широкое распространение в среде исследователей, занимающихся сердечным ритмом и его мониторингом [3]. Частота дискретизации равнялась 100 Гц.

Было проведено исследование влияния положения руки на форму пульсовой волны. Для этого были зарегистрированы пульсовые сигналы с фаланги пальца и лучевой артерии правой руки добровольца. Записанные сигналы затем были обработаны в программе Matlab. Длительность записи сигналов составила 10 секунд. Были исследованы 3 положения руки для каждого места измерения: когда рука лежала на столе, была опущена вниз и поднята вверх.

Для исследования влияния положения датчика на форму волны производилась регистрация сигнала с лучевой артерии, затем датчик смещался и производилась повторная запись сигнала. Был измерен и отфильтрован сигнал на расстоянии 1 см левее артерии, непосредственно на самой артерии, на 1 см правее и на 2 см правее артерии.

После обработки зарегистрированных пульсовых волн был произведен расчет диастолического и диастолического индексов. Стоит отметить, что в ходе исследования положения руки все средние рассчитанные индексы для артерии оказались выше, чем для капилляров. При поднятом положении руки в красном и инфракрасном диапазоне в пульсовой волне капилляра пропал диастолический пик, который имел свой максимум при положении руки на столе. Когда рука была опущена, амплитуда диастолической волны вновь падала. Артериальная пульсовая волна претерпевала наибольшее изменение при положении опущенном вниз.

В свою очередь, оценка положения датчика показала, что смещение его в сторону на 1 см вызывало незначимые изменения средних индексов, в то время как при смещении на 2 см происходил значимый рост диастолического пика.

Суммируя полученные результаты, считаю важным отметить, что для верной диагностики и получения достоверных результатов анализа пульсовой волны важно

соблюдать методику измерения. Нарушение методики может привести к неправильным результатам.

#### Список литературы

1. Allen J., Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement // *Physiol Meas*, V. 28. № 3. 2007. pp. 1-39. DOI:10.1088/0967-3334/28/3/R01.
2. Luzhnov P.V., Kolesnikov D.A., The possibilities of assessing the arterial vessels condition using a pulse wave. // *IEEE International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences (SIBIRCON)*, 2022, pp. 490–493.
3. Irawan Y., Fernando Y., Wahyuni R., Detecting Heart Rate Using Pulse Sensor As Alternative Knowing Heart Condition. // *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*. 2019. V. 1. №. 1. pp. 30–42.

**УДК 621.3.084.6:821+616-009.12**

### **РАЗРАБОТКА ОДНОКАНАЛЬНОГО БЛОКА РЕГИСТРАЦИИ ЭЭГ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕЛКОЙ МОТОРИКИ У ПАЦИЕНТОВ С ДВИГАТЕЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ**

Кондауров Л.Р., студент;

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

klr191273@student.bmstu.ru

Кулешов Д.Ю., студент;

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

kdyu181148@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Дмитриев А.Н., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Для улучшения уровня жизни пациентов в настоящее время активно разрабатываются интерфейсы мозг-компьютер (ИМК) на основе вызванного потенциала (ВП) Р300, в частности спеллеры, применяемые для набора текста. Однако одним из ограничений в доступности таких систем является высокая стоимость блоков регистрации электроэнцефалографического (ЭЭГ) сигнала, которая может отличаться у готового блока регистрации и самостоятельной разработки до 80 раз [1]. Повышение доступности ИМК позволит увеличить охват решаемых с его помощью медицинских задач. В частности, одним из потенциальных применений ИМК на основе Р300 является управление реабилитационными устройствами для двигательной тренировки верхних конечностей после инсульта.

Хотя существующие технологии ИМК, основанные на воображении движения, уже активно используются для реабилитации пациентов с детским церебральным параличом или с двигательными нарушениями после инсульта, в частности отечественная система «Экзокисть-2», и не чувствительны к степени функциональной сохранности нейромышечного аппарата, такие технологии имеют ограничения. К таким ограничениям относятся возможность восстанавливать только крупные движения верхней конечности, а также малое число типов двигательной активности экзоскелета.

Существенную роль при восстановлении двигательной активности, например при детском церебральном параличе или после инсульта, играет тренировка движения мелкой моторики. Подобные исследования проводились в лаборатории Каплана нейрофизиологии и нейрокомпьютерных интерфейсов с 2014 года. В частности, исследовалось управление движением отдельных пальцев фантома кисти [2].

Разрабатываемый нами ИМК для реабилитации мелкой моторики основан на вибро-тактильной стимуляции [3]. В результате выделения P300 формируется управляющий сигнал на совершение движения экзоскелета кисти. Наиболее дорогостоящими элементами описываемого устройства являются экзоскелет и блок регистрации ЭЭГ-сигнала, поэтому целью работы является разработка собственного одноканального блока регистрации ЭЭГ-сигнала, позволяющего минимизировать стоимость системы восстановления мелкой моторики.

В состав аналогового тракта ЭЭГ входят инструментальный усилитель INA821, схема активной земли для уменьшения синфазной помехи, полосно-пропускающий фильтр с полосой пропускания от 0,5 до 70 Гц, масштабирующий усилитель для согласования сигнала после фильтров с диапазоном АЦП. Питание схемы двухполярное  $\pm 5$  В. Работоспособность схемы при проектировании оценивалась с помощью моделирования в среде MicroCap12.

Для разработки печатной платы использовалась программа Proteus 8. Спроектированная печатная плата и требуемые электронные компоненты были заказаны у стороннего поставщика. Сборка платы производилась вручную с помощью паяльного фена и пальной пасты для SMD компонентов. После монтажа элементов была произведена проверка на наличие электроконтакта. Номиналы используемых элементов соответствуют диапазонам точности.

В работе не применялось экранирование проводов от электромагнитных помех, которое используется в современных аналоговых электроэнцефалографах, однако экран планируется добавить в рамках дальнейшей работы для улучшения технических характеристик и выходного соотношения сигнала к шуму. Тем не менее, сравнение шумовых характеристик схемы с другими недорогими вариантами ИМК не может быть проведено корректно в связи с тем, что разработанная система включает в себя цифровую обработку сигнала. Также, мы планируем проводить синхронную запись с сертифицированным ЭЭГ-устройством для оценки помех и качества работы разработанного устройства.

#### Список литературы

1. McCrimmon C.M. et al. Performance assessment of a custom, portable, and low-cost brain-computer interface platform // IEEE Transactions on Biomedical Engineering. 2017. V. 64. №. 10. pp. 2313-2320.
2. Сыров Н.В. и др. Изменение кортико-спинальной возбудимости при управлении искусственной кистью в контуре интерфейса мозг-компьютер на основе компонента P300 зрительного вызванного потенциала // Физиология человека. 2019. V. 45. №. 2. pp. 44-50.
3. Kuleshov D. et al. Vibro-Tactile Stimulation for Finger Discrimination in P300 BCI for Post-Stroke Rehabilitation: Study on Healthy Subjects // Ural-Siberian Conference on Computational Technologies in Cognitive Science, Genomics and Biomedicine (CSGB). IEEE, 2022. pp. 220-225.



**УДК 062**

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГЛАЗ КРОЛИКА И ЧЕЛОВЕКА В ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Мелихова Е.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

melikhovaes@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Лужнов П.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

По данным Всемирной организации здравоохранения в мире по меньшей мере 2,2 миллиарда человек живут с той или иной формой нарушения зрения или слепотой и немалое число среди них страдает нарушениями функционирования сетчатки. Одним из исследований, благодаря которому врачи могут изучать эту наиважнейшую структуру глаза, является электроретинография – метод в офтальмологии, позволяющий получить графическое выражение электрической активности клеточных элементов сетчатки, возникающей в ответ на световое раздражение. Электроретинограмма снимается специальным прибором – электроретинографом.

Каждый слой клеток имеет своё отображение на электроретинограмме. Давая определённые стимулы, на которые отвечают те или иные клеточные элементы, мы можем судить о том, какие клетки сетчатки и как функционируют.

В наше время в сфере науки, медицины, техники постоянно создаются новые и новые препараты, гаджеты и различные устройства. И конечно же для исследования их безопасности проводятся различные эксперименты. Если новое изобретение предположительно может негативно воздействовать на человеческое зрение, подобные испытания включают ЭРГ-исследования. В основном, чтобы предотвратить возможное негативное воздействие новых препаратов/устройств на человеческий глаз, в подобных экспериментах вместо людей используют малых лабораторных животных - кроликов, именно поэтому данная тема и само исследование очень актуальны сейчас.

В представляемом исследовании на первом этапе производилось сравнение глаза кролика и человека путём численного анализа их параметров, выявлялись сходства и различия в длине глаза, форме роговицы, хрусталика, размерах глаз в целом. На данном этапе также проводился анализ сходств и различий глаз по представляемым в исследовании схемам глаз кролика и человека. Благодаря подобным видам анализа становится видно, что глаза человека и кролика очень схожи между собой.

Далее на втором этапе исследования с целью продемонстрировать наглядное подтверждение вышеописанного количественного анализа глазных структур, были построены 3D модели глаза кролика и человека. Для этого были использованы вышеупомянутые схемы и параметры глаз кролика и человека. Моделирование проводилось в среде Autodesk Inventor 2020. В ходе моделирования использовались такие технические программные инструменты, как «Эскиз», «Вращение», «Сдвиг». Для начала в соответствии с анатомическими численными параметрами глаза создавался эскиз на плоскости, а затем для придания ему объёмной структуры использовался инструмент «Вращение». Веки были созданы с помощью инструмента «Сдвиг». В моделях бежевым цветом обозначались веки, белым цветом – роговица и внешняя оболочка глазного яблока, в красный цвет окрашивалась сетчатка, в синий – хрусталик, в розовый – мышцы хрусталика, а зелёным и коричневым обозначались радужки человека и кролика соответственно.

Из построенных 3D-моделей было видно, что разница между глазом человека и глазом кролика очень незначительна: длина глаза кролика меньше, чем у человека, он имеет чуть более скругленный и вытянутый по оптической оси хрусталик, более тонкую роговицу и конъюнктиву, а также различное количество век (у кролика -3, у человека – 2).

Таким образом, было подтверждено, что глаз кроликов очень схож с глазом человека и, следовательно, его можно использовать для проведения ЭРГ не только в области ветеринарной медицины, но и в экспериментах для масштабного изучения ЭРГ человека без его непосредственного участия – то есть, проводя процедуру на кроликах.

Разработанная в данной работе модель может быть использована в качестве основных параметров для моделирования в различных офтальмологических исследованиях: в ЭРГ исследованиях [1], в биоимпедансных исследованиях [2], при разработке фармакокинетических моделей [3] для офтальмологии.

#### Список литературы

1. Ponomarev V.O., Zhdanov A.E., Luzhnov P.V., et al., Ophthalmic Bioengineering. Review. // Ophthalmology in Russia. 2023. V. 20(1), pp. 5-16, (In Russ.). DOI:10.18008/1816-5095-2023-1-5-16
2. Shamaev D.M., Luzhnov P.V., Iomdina E.N. Mathematical modeling of ocular pulse blood filling in rheophthalmography. // World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering. 2018. 2018. V. 68/1, pp. 495-498. DOI:10.1007/978-981-10-9035-6\_91
3. Ean Hin Ooi, Chai Yee Loke, Norlina Ramli, and Amir Samsudin. Numerical Study on the Effects of Segmental Aqueous Humour Outflow on Ocular Drug Delivery // World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering. 2018. V. 68/1, pp. 509-513. DOI:10.1007/978-981-10-9035-6\_94.

#### УДК 062

#### **РАЗРАБОТКА ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ БРОНХИАЛЬНОГО ДЕРЕВА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НАХОЖДЕНИЯ ПОТОКОВ**

Набиулин Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская Техника»

nea191137@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Горин Н.А., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская Техника»

Процесс дыхания - это процесс газообмена (вентиляции) легких и дыхательных путей газовой смесью, содержащей кислород. Дыхательная система человека состоит из парных дыхательных органов – легких и дыхательных путей, обеспечивающие движение газов. Дыхательные пути подразделяются на верхний и нижний отделы - верхним относятся полость носа, носовая часть глотки, ротовая часть глотки, к нижним – гортань, трахея, бронхи, включая внутрилегочные разветвления бронхов. Легкие расположены по сторонам от сердца и находятся в плевральных полостях (мешках), отделенных друг от друга средостением. Плевра - серозная оболочка, покрывающая легкие и стенки грудной полости. Различают висцеральный (внутренний) листок, срастающийся с тканью легкого, и париетальный (пристеночный) листок, выстилающий изнутри стенки грудной полости. Плевральная полость заполнена жидкостью, уменьшающей трение между листками. [1]

Легкие делят на воздухопроводящую (дыхательные пути) и респираторную зоны (альвеолы). Нижние дыхательные пути являются разветвленной системой - бронхиальным деревом, которое насчитывает 16 дихотомических делений (генераций) бронхов, основная

часть которых приходится на ветвления сегментарных бронхов. Каждая концевая терминальная бронхиола делится на дыхательные (респираторные) бронхиолы (17-18-я генерации), которые на своих стенках содержат легочные альвеолы. От каждой респираторной бронхиолы отходят альвеолярные ходы (19-20-я генерации), заканчивающиеся альвеолярными мешочками (21-я генерация воздухоносных дыхательных путей).

Термин «растяжимость» выражает зависимость между объемом и давлением газа, введенного в альвеолы. Растяжимость определяется как способность к изменению объема на единицу изменения давления:

$$C = \Delta V / \Delta P \quad (1)$$

При движении смеси газов по дыхательным путям возникает сопротивление, называемое обычно неэластическим и зависящее от трения воздушной струи о стенки дыхательных путей – так называемое аэродинамического сопротивления, которое в норме составляет около 80% всего сопротивления. Около 20% приходится на тканевое сопротивление. Доля этого сопротивления может возрастать при значительном увеличении дыхательного объема. Неэластическое сопротивление определяется величиной давления, которое необходимо приложить для проведения по дыхательным путям единицы газового объема в единицу времени. [2]

Для построения модели для механического моделирования, с целью определения геометрических параметров была проведена КТ грудной клетки (собственное). По ней с помощью ПО Inobitek Dicom Viewer PRO были определены длина (L), диаметр (D) и углы бифуркации дыхательных путей первых 4 генераций. Измерения были проделаны 3 раза для составления среднего размера для каждого параметра в каждой генерации, а также из литературного источника [3] были взяты аналогичные данные.

Далее, с помощью построителя Desmos была выведена следующая зависимость для диаметров (D) дыхательных путей от номера генерации (n):

$$y = 0.94e^{(-0.8x+3.866)} + 0.45 \quad (2)$$

И аналогично для длины (L):

$$y = 0.01e^{0.72(-0.7x+112.9)} + 0.83 \quad (3)$$

Для стенок бронхов произвести замеры с помощью КТ не представлялось возможным, поэтому расчет производился по данным из литературных источников: средняя толщина стенки трахеи (генерации №0) примерно равна 3мм, бронха 1 генерации – 1.5 мм. Толщина терминальной бронхиолы (20 генерации) составляет от 2 до 5 мкм. Толщина стенки альвеолы – в районе 0.1 мкм

$$y = e^{0.00123(-709.867x+709)} + 0.0059 \quad (4)$$

Далее, в Mathcad была проведена аппроксимация зависимости диаметра дыхательных путей от номера генерации, аналогично для длины и толщины стенок. По данным, полученным аппроксимацией была построена модель бронхиального дерева в САПР Autodesk Fusion.

#### Список литературы

1. Физиология системы дыхания: учебное пособие / Сост.: А.Ф. Каюмова, И.Р. Габдулхакова, А.Р. Шамратова, Г.Е. Инсарова. Уфа: Изд-во ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2016. 60 с.

2. Бурлаков Р.И., Гальперин Ю.Ш., Юревич В.М. Б 90 Искусственная вентиляция легких (принципы, методы, аппаратура). М.: Медицина, 1986. 240 с.
3. Вейбель Э.Р. Морфометрия легких человека / Пер. с англ. Н.П. Вольберг; Предисл. проф. Л.Л. Шика. Москва: Медицина, 1970. 174 с.

## СЕКЦИЯ «БИМЕДИЦИНСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

**УДК 616-071**

### **РАЗРАБОТКА ИМПЕДАНСНОГО ДАТЧИКА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЧАСТОТЫ ДЫХАНИЯ**

Александров А.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

aleksandrey99@gmail.com

Научный руководитель: Кудашов И.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Важное место в оценке общего состояния человека занимает мониторинг показателей функции внешнего дыхания. Частота дыхания – это один из важнейших параметров, характеризующий функциональную активность дыхательной системы. Наблюдение за ритмом дыхания имеет решающее значение в ряде медицинских применений, включая реанимацию, диагностику апноэ во сне, детскую апноэ и мониторинг различных респираторных заболеваний [1].

Существует множество методов оценки частоты дыхания, которые доказали свою эффективность на протяжении многих лет. Однако используемые на сегодняшний день подходы имеют существенные недостатки, и в первую очередь, связанные с неудобством использования имеющихся приборов функциональной диагностики в домашних условиях. Поэтому активнее стали развиваться методы портативного мониторинга дыхательной системы, которые позволяют непрерывно контролировать работу органов дыхания, не вызывая дискомфорта при повседневном использовании [2]. В данной работе была рассмотрена возможность применения импедансного датчика в качестве главного инструмента для оценки частоты дыхания в носимых устройствах [3].

Импедансный датчик – это тип измерительного преобразователя, который измеряет изменения импеданса датчика, вызванные внешним механическим воздействием. Вентиляция легких происходит за счет работы межреберных мышц и диафрагмы, что сопровождается деформацией грудной клетки и кожи. В контексте мониторинга частоты дыхания импедансные датчики фиксируют изменения импеданса, вызванные расширением и сокращением грудной стенки во время дыхания. Таким образом, разместив датчик в области грудной клетки, можно регистрировать периодичность сигнала, а следовательно, и частоту дыхания. Конструктивно датчик представляет из себя многослойную структуру: металлическая пленка-пьезорезистивный материал-металлическая пленка.

Для определения наиболее оптимальных геометрических характеристик датчика (толщина проводящего слоя и его площадь) было проведено математическое моделирование в COMSOL Multiphysics. Была построена трехслойная модель и выполнены пять экспериментов с математической моделью. Исследования показали, что увеличение толщины среднего слоя приводит к увеличению импеданса, и, следовательно, уменьшение толщины приводит к уменьшению импеданса. Увеличение площади датчика уменьшает импеданс, а уменьшение площади приводит к увеличению импеданса. Однако результаты эксперимента по оценки чувствительности датчика показали, что чувствительность в наибольшей степени возрастает при уменьшении толщины проводящего слоя, поэтому толщина в 1 мм (как наиболее реализуемая в техническом плане) является особенно привлекательной для исследовательских целей.

Разрабатываемая система взаимодействия датчика с биологическим объектом представляет собой открытую информационную систему. При регистрации биоимпеданса частота зондирующего тока должна быть выше 1 кГц, но ниже 500 кГц. Величина амплитуды зондирующего тока составляет 10 мА.

На основе результатов математического моделирования и обзора литературных данных был изготовлен импедансный датчик. В качестве металлических покрытий использовалась медная фольга, к которой были припаяны разъемы для подключения к биоимпедансному спектрометру. Для лучшей эластичности и прочности датчика в качестве формообразующей основы проводящей части датчика был использован полидиметилсилоксан, а в качестве проводящей – углеродное волокно. Готовый стек был закорпусирован в силикон.

Кроме того, разработанный датчик был протестирован с участием добровольцев. Во время эксперимента доброволец имитировал учащенное и спокойное дыхание. Затем полученный сигнал был отфильтрован с помощью цифрового фильтра скользящего среднего. Далее были найдены пиковые значения отфильтрованного сигнала, соответствующие максимальному выдоху добровольца. Подсчитав количество пиковых значений за определенный интервал времени, была определена частота дыхания.

Таким образом, предложенный в данной работе подход для оценки частоты дыхания с помощью импедансного датчика, действительно, открывает новые возможности для непрерывного мониторинга дыхательной системы. Простая конструкция и недорогая технология изготовления позволяют изготавливать датчики в больших объемах и интегрировать их в системы для оценки состояния здоровья человека.

#### Список литературы

1. Massaroni C., Nicolo A., Lo Presti D. Contact-Based Methods for Measuring Respiratory Rate // *Sensors*. 2019. V. 19(4). pp. 908. DOI:10.3390/s19040908.
2. Goncalves C., Da Silva A. F., Gomes G., Simoes R. Wearable E-textile technologies: A review on sensors actuators and control elements // *Inventions*. 2018. Vol. 3(1). P. 14. DOI:10.3390/inventions3010014.
3. Ali S., Khan S., Khan A., Bermak A. Developing Conductive Fabric Threads for Human Respiratory Rate Monitoring // in *IEEE Sensors Journal*. 2021. V. 21(4). pp. 4350-4356.

#### УДК 616-6

### **АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МОЧЕИСПУСКАНИЯ**

Александров А.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

aleksandrey99@gmail.com

Калмыков Н.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

knv@advokatsonline.ru

Научный руководитель: Кудашов И.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Заболеваемость населения - важнейшая составляющая комплексной оценки здоровья населения. На ее основе возможно точное планирование и оценка потребности населения в различных видах медицинской помощи.

На современном этапе развития отечественного здравоохранения особую актуальность приобретают поиск и разработка мероприятий по профилактике заболеваний, основанных на персонализированном подходе и постоянном профилактическом мониторинге, в том числе и в урологии.

Урология- клиническая дисциплина, изучающая урологические заболевания органов мочевого выделения (мочеточников, мочевого пузыря, мочеиспускательного канала), болезни почек (опухоль, аномалии, травмы и др.) и заболевания мужской половой системы.

Более 60% мужчин старше 40 лет страдают патологиями нижних мочевыводящих путей, наличие которых возможно определить доступным и известным методом медицинского обследования, однако пока проведение данного обследования - урофлоуметрии возможно только в специально оборудованном кабинете уролога [1].

Урофлоуметрия — это метод исследования нарушений уродинамики нижних мочевых путей основанный на графической записи характеристик струи мочи [2].

Преимуществами урофлоуметрии является ее общедоступность, физиологичность, неинвазивность и отсутствие противопоказаний. [3].

Результатом проведения урофлоуметрии является урофлоуграмма- графическое отображение, изменения скорости мочи за акт мочеиспускания. Данный график отображает эвакуаторную фазу нижнего отдела мочевого тракта, которой является сложной биологической системой и показывает функциональное состояние гладких мышц, стенки мочевого пузыря (детрузора). Его тонус, сократительную активность и проходимость мочеиспускательного канала [2].

В процессе мочеиспускания скорость потока мочи претерпевает существенные изменения. В норме график потока имеют форму колокола. В начале процесса поток возникает с небольшой скоростью, довольно быстро достигает максимума и постепенно угасает. Восходящий сегмент имеет несколько большую крутизну чем нисходящий.

Отклонения формы урофлоуграммы от нормы свидетельствует о том, что нижние мочевые пути, как биогидродинамическая система теряют способность к поддержанию адекватного расхода мочи в единицу времени.

Так при обструкции мочевыводящих путей происходит снижение скорости потока мочи разной степени выраженности.

Однако, хоть данный метод и предполагает съём до 10-ти параметров, характеризующих мочеиспускания, исследования практики урологов дают чёткое понимание, что наиболее информативными параметрами являются суммарный объём, максимальная скорость и вид графика, по которому можно охарактеризовать тип мочеиспускания и сделать предположения о наличии патологий.

В этом исследовании были проанализированы 3 наиболее часто реализуемых метода классификации результатов урофлоуметрии: по максимальной скорости потока, по геометрическим параметрам графика и спектральный анализ графика.

Наиболее точным и перспективным исследователи считают именно спектральный анализ графиков, однако в статье, где описывался данный метод оценки, для последующей классификации графиков использовались не интегральные параметры, что на сегодняшний день позволяет добиться заявленной точности в 86% только на том оборудовании, под который данное ПО было разработано.

Основная проблемой метода, основанного на анализе геометрических характеристик, является неспецифичность каких-либо параметров и невозможность достаточно точной классификации имеющихся в общем доступе, верифицированных врачами результатов урофлоуметрий. Максимальная точность этого метода, которой удалось добиться исследователям составила 67,4%.

Точность же последнего метода- по одному параметру, ожидаемо составила около половины -57%.

Попытка комбинации преимуществ всех методов оценки не привели к значительному улучшению точности метода. Используя все доступные из литературы верифицированные и классифицированные специалистами графики исследователям удалось собрать базу их 127 исследований, разделённых на 7 типов графиков, вследствие чего точность даже модифицированной математической модели составила не более 76,1%.

Таким образом, было предложено решение, повышающее точность существующих методов классификации урофлоуметрий, однако для достижения действительно значимого уровня точности необходима инициация целенаправленного сбора данных, верификация их квалифицированными специалистами и последующая доработка метода оценки.

#### Список литературы

1. A new nomogram of urinary flow rate and volume based on multiple measurements per healthy adult Japanese men using a portable uroflowmeter // PubMed. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9414110/> (Дата обращения 12.12.2022).
2. Netto J.M., Hittelman A., Lambert S., Murphy K., Collette-Gardere T., Franco I., Interpretation of uroflow curves: A global survey measuring inter and intra rater reliability // Neurology and Urodynamics. 2020. DOI: 10.1002/nau.24292.
3. Квятковский А.Е., Квятковский Е.А., Квятковская Т.А., Глухова Н.В. автоматизированная обработка результатов урофлоуметрии в диагностике нарушений уродинамики нижних мочевых путей // Украинский научно-практический журнал урологов, андрологов и нефрологов. 2007. № 9. С. 22-27.

#### УДК 616-073.96

### РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНА ПО ДАННЫМ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Боева Е.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

boevaes@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Тихомиров А.Н., к.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

За последнее десятилетие внимание к мониторингу спортсменов в элитном спорте возросло в геометрической прогрессии. Спортсмены носят трекеры на тренировках и соревнованиях, благодаря чему десятки их физических показателей непрерывно контролируют врачи и тренеры. Причины такого интереса кроются в необходимости индивидуализации тренировок для улучшения спортивных результатов и снижения риска травм [1]. Последние 15 лет стали свидетелями невероятно быстрого развития технологий в этой области [2]. Отчеты о тренировочной нагрузке теперь составляются в течение нескольких минут после каждой тренировки и являются ключевым элементом при составлении программ как командных, так и индивидуальных тренировок. Сейчас на рынке представлен большой выбор различных фитнес-устройств: GPS-часы, счетчики шагов, приложения для смартфонов. Однако существующие трекеры для профессионального командного спорта довольно дорогие.

Многие методы, используемые для количественной оценки ответа на внешнюю тренировочную нагрузку, основаны на частоте сердечных сокращений (ЧСС), поскольку



она является объективной мерой интенсивности упражнений [3]. Использование ЧСС для измерения интенсивности тренировки основано на ее взаимосвязи с потреблением кислорода в широком диапазоне субмаксимальных нагрузок. Эта взаимосвязь делает мониторинг ЧСС подходящим для количественной оценки интенсивности упражнений во время тренировок. Также было доказано, что повышение интенсивности тренировок улучшает спортивные результаты. Однако, несмотря на широкое применение в различных видах спорта, такой параметр, как ЧСС, сам по себе не может отразить интенсивность заданий в футболе из-за прерывистого характера этого вида спорта и типа тренировок.

Поэтому целью данной работы является разработка системы мониторинга спортсменов, основанной на предсказании изменения ЧСС испытуемого в ответ на воздействие внешней нагрузки.

Способность приспосабливаться к изменениям внешней и внутренней среды является уникальным свойством организма человека. С позиций теории управления, биологическая адаптация представляет собой динамический колебательный процесс, сопровождающийся перестройкой функциональной системы гомеостаза на новый уровень регулирования. Одним из механизмов, обеспечивающих протекание процесса адаптации, является вариабельность функционирования физиологических систем. Нагрузки, применяемые в процессе физической подготовки, выполняют роль раздражителя, возбуждающего приспособительные изменения в организме. Тренировочный эффект определяется направленностью и величиной физиологических и биохимических изменений, происходящих под воздействием применяемых нагрузок.

В спортивной практике ЧСС часто используется как критерий оценки интенсивности нагрузки. Существует линейная зависимость между ЧСС и тренировочной интенсивностью. Однако при высоких интенсивностях линейная зависимость между ЧСС и интенсивностью нагрузки пропадает. При высокой интенсивности на первоначально прямой линии, отображающей данную зависимость, появляется заметный изгиб. Другими словами, ЧСС с определенной точки начинает отставать от интенсивности. Эта точка называется точкой отклонения.

На основании анализа литературных данных, используя методы регрессионного анализа, были выбраны математические формулы, описывающие изменение ЧСС. Также на здоровых испытуемых, занимающихся различными видами спорта, были проведены эксперименты. При помощи полученных данных ЧСС и выделенных маркеров усталости была разработана математическая модель, способная предсказывать ЧСС испытуемого и регулировать процесс выполнения нагрузки, предупреждая состояние перетренированности. Для каждого испытуемого были рассчитаны индивидуальные параметры модели.

Эксперимент заключался в выполнении испытуемыми интервальных нагрузочных тестов на выносливость с периодами восстановления. В качестве монитора ЧСС был использован кардиомонитор Garmin forerunner 235 (США). Обработка полученных с нагрудного монитора данных проводилась на языке программирования MATLAB R2019b.

В рамках данной работы также была разработана система одноканальной регистрации электрокардиограммы (ЭКГ) и ЧСС при помощи микросхем Arduino Uno R3 и MAX30003WING#. Для этой системы была написана программа обработки получаемых с нее данных.

Таким образом, разработанная модель предсказания ЧСС при проверке на контрольном эксперименте продемонстрировала значения, близкие к реальным данным, записанным с кардиомонитора. Это позволило перейти к макетной реализации системы, при помощи которой также были записаны ЭКГ-сигналы высокого качества.

## Список литературы

1. Lacombe M.; Simpson B.M.; Buchheit M. Monitoring training status with player-tracking technology: Still on the road to Rome.Part 1: Traditional practices and new concepts. // *Aspetar Sports Med. J.* 2018. № 7. pp. 54–63.
2. Gabbett T.J. The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? // *Br J Sports Med.* 2016. № 50. pp. 273-280.
3. Wrigley R., Drust B., Stratton G., Scott M., Gregson W. Quantification of the typical weekly in-season training load in elite junior soccer players. // *J Sports Sci.* 2012. № 30(15). pp. 73-80.

**УДК 612.087.1****МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНА ПО ДАННЫМ ЧАСТОТЫ ДЫХАНИЯ**

Икромжонов М.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Ulugbekikromjonov10@gmail.com

Научный руководитель: Тихомиров А.Н., к.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Для оценки функционального состояния спортсмена рассматривают многие параметры, такие как артериальное давление, частота сердечных сокращений, сатурация крови, температура, индекс массы тела и т.д. Частота дыхания является одним из интересных параметров, с помощью которого можно определять тип активности и прогнозировать степень усталости спортсмена. Получение данных о частоте дыхания при различных типах активности позволяют тренеру по физподготовке получать необходимые данные для оценки функционального состояния спортсмена.

На сегодняшний день существует множество устройств для оценки частоты дыхания, основанные на газодинамических, ультразвуковых, тензометрических методах [1]. Но такие устройства не предназначены для спортсменов в условиях интенсивных тренировок. Интерес вызывает оценка частоты дыхания электроимпедансным (реографическим) методом.

Реография – метод исследования кровенаполнения сосудистого русла органов и тканей, в основе которого лежит регистрация изменений электрического сопротивления тканей в зависимости от пульсовых колебаний. Причиной изменений электрического сопротивления биологических тканей является изменение их кровенаполнения в периоды сокращения и расслабления сердца.

Реографические методы практически не имеют противопоказаний и пригодны для продолжительных исследований, в том числе мониторингования. К преимуществам метода реографии можно отнести доступность, хорошо изученность метода, отсутствие противопоказаний, а также метод не вызывает осложнений

На практике применяются различные устройства, основанные на электроимпедансном методе [2], [3]. Но для спортсменов электроимпедансные томографы и спирографы не применимы в условиях тренировок и нагрузок, при которых совершается двигательная активность. Для решения данной задачи был предложен электроимпедансный метод оценки частоты дыхания при различных типах активности.

На основе обзора литературных данных были подобраны различные электродные системы, а также их месторасположение. В данной работе разработано наилучшее месторасположение электродной системы и сформирована база данных

электроимпедансных сигналов дыхания. Один из важнейших пунктов при проведении электроимпедансных исследований – это выбор токовых и измерительных электродов. В экспериментальной части работы использовались одноразовые электроды ЭКГ с покрытием хлорида серебра.

Согласно протоколу проведения эксперимента добровольцы выполняли различные типы активности в определенные промежутки времени. В ходе эксперимента проводилась видеозапись и отсчет частоты дыхания. Первый тип активности – имитация различных видов дыхания в покое. В данной части эксперимента доказывалось влияние дыхания на электроимпедансный сигнал, получаемый с добровольца. При других типах активности добавлялись нагрузки и оценивалась возможность выделения частоты дыхания из электроимпедансного сигнала.

Таким, образом, предложенный метод оценки частоты дыхания при различных типах активности показал результаты близкие к данным, записанным в протокол после проведенного эксперимента. С увеличением нагрузки и в зависимости от типа движения выделение тренда дыхания становится сложнее. Для решения данной задачи необходимо разработать алгоритм выделения дыхательных трендов.

#### Список литературы

1. Krehel M., Schmid M., Rossi R.M., Boesel L.F., Bona G.L., Scherer L.J. An optical fibre-based sensor for respiratory monitoring. // *Sensors*. 2014. V. 14(7). pp. 13088-13101.
2. Аксельрод Б.А., Пшеничный Т.А., Титова И.В. Электроимпедансная томография легких в практике анестезиолога. // *Анестезиология и реаниматология*. 2017. № 62(1): С. 43-46.
3. Зуев А., Мишланов В., Судаков А., Шакиров, Н. Применение электроимпедансной спирометрии для оценки показателей дыхательной функции. // *Вестник Пермского федерального исследовательского центра*. 2019. № 4, С. 6–15.

#### УДК 616-6

#### **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОЧЕИСПУСКАНИЯ**

Калмыков Н.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

knv@advokatsonline.ru

Научный руководитель: Кудашов И.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

В последние десятилетия мировое сообщество столкнулось с глобальной проблемой, имеющей не только медицинское, но и огромное социально-экономическое значение, - значительным ростом хронических неинфекционных заболеваний, которые ежегодно уносят миллионы жизней или приводят к тяжелым осложнениям, связанным с инвалидностью. Важное место среди них занимают урологические патологии в связи со значительной распространенностью, резким снижением качества жизни и необходимостью применения дорогостоящих методов терапии в некоторых случаях. [1]

Более 60% мужчин старше 40 лет страдают патологиями нижних мочевыводящих путей. Однако считается, что эти статистические данные значительно недооценивают фактическую распространенность заболеваний.

Одной из наиболее частых патологий является обструкция мочевыводящих путей, то есть их частичная закупорка, препятствующая свободному оттоку мочи. Различные

патологии, предшествующие обструкции, могут возникать на любом уровне мочевыводящих путей, от почечных чашечек до мочеиспускательного канала. [2]

Урофлоуметрия — это метод медицинского обследования, во время которого регистрируется изменение скорости потока мочи в единицах времени во время естественного мочеиспускания. Полученные данные отображаются в виде графика, на котором отображается изменение скорости потока мочи.

Результат исследования чаще всего оценивается по 5 ключевым параметрам: максимальная скорость потока, средняя скорость потока, объем выделяемой мочи, продолжительность мочеиспускания, средняя частота мочеиспускания, время ожидания и время достижения максимальной скорости [1]. На основании полученных данных врач может качественно оценить функцию мочеиспускания у пациента и сделать предположение о наличии патологий.

В медицинской литературе описано несколько характерных и легко различимых, с помощью как визуальной оценки, так и с помощью цифровой обработки сигналов, паттернов потока, которые типичны для нормального, обструктивного типа мочеиспускания и нарушения работы детрузора. [3]

Существует несколько типов датчиков, используемых в урофлоуметрах. Чаще всего встречаются весовой, ультразвуковой и емкостной, однако все они имеют существенный недостаток - необходимость в емкости для сбора мочи, что серьезно ограничивает применимость и удобство исследования [2].

В данной работе была выдвинута гипотеза о возможности отказа от емкости для сбора мочи благодаря модернизации конструкции и применению тензорезисторов в качестве датчика для оценки объема выделенной мочи.

Тензорезистор — это датчик, который преобразует величину деформации в электрический сигнал. Конструктивно он представляет из себя подложку, на которую нанесен металлический слой. При приложении нагрузки происходит деформация подложки и изменение сопротивления проводящего слоя, что позволяет количественно оценивать деформацию, а значит и силу, приложенную к датчику.

Конструктивная особенность заключается в том, что, регистрируется не изменение веса накопленной мочи, а изгиб балки, на которой расположена мишень для исследования. Таким образом стало возможным отказаться от емкости для накопления мочи.

На основании анализа литературных данных был разработан маршрутный технологический план изготовления подобных датчиков, произведены 4 датчика, подтверждена их работоспособность, разработан стенд для установки и проведён эксперимент.

Эксперимент заключался в последовательном воздействии объемами жидкости от 100 до 350мл, при помощи электронно-управляемого насоса с прямой подачей жидкости на мишень, закреплённую на балке с тензорезистором.

Полученные в ходе эксперимента, данные были обработаны и рассчитан общий объем жидкости, воздействующей на “мишень”, после чего он был сопоставлен с фактическим. Погрешность общего объема, как интегральной величины, для 15 циклов проведенных исследований составила от 3 до 17% соответственно. При чём минимальная ошибка была достигнута для объема в 350мл.

Представленные результаты доказывают функциональность предложенной конструкции, но также указывают на необходимость значительной доработки как конструкционной, так и математической составляющих.

Таким образом, была выдвинута гипотеза о возможности модернизации существующих конструкций урофлоуметров, разработан стенд для проверки гипотезы,

проведена серия экспериментов и подтверждена функциональность предложенного решения.

#### Список литературы

1. Titova S.N. Medico-social aspects of the incidence of chronic pyelonephritis in the adult population and ways to improve prevention. Voronezh, 2020. 210 p.
2. Lopatkin N.A. Urology: Textbook for universities / N.A. Lopatkin, A.G. Pugachev, O.I. Apolikhin and others. Ed. akam. RAMR N.A. Lopatkin. 5th ed., revised. and additional/ M.: GEOTAR-MED, 2014. 520 p.: ill.
3. Alothmany N., Mosli H.. Critical Review of Uroflowmetry Methods // Taiwanese Society of Biomedical Engineering. 2018. № 38. pp. 685–696.

#### УДК 616-073.96

### МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНА ПО ДАННЫМ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Родионова А.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

san.ro.san@yandex.ru

Научный руководитель: Тихомиров А.Н., к.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

В последние десятилетия для оценки эффективности тренировочных программ были разработаны различные полевые тесты для футбола. Большинство из них характеризуются их интервальным профилем и подтверждаются аэробными или анаэробными тестами Уингейта. Кроме оценки эффективности предлагают разные способы мониторинга тренировочной активности и состояния спортсмена в зависимости от выполняемой нагрузки [1]. При мониторинге тренировочной нагрузки единицы нагрузки можно рассматривать как внешние или внутренние. Традиционно внешняя нагрузка была основой большинства систем мониторинга. Внешняя нагрузка определяется как выполненная спортсменом работа, измеряемая независимо от его или ее внутренних характеристик. Поскольку как внешние, так и внутренние нагрузки имеют значение для понимания тренировочной нагрузки спортсмена, комбинация обоих может быть важна для мониторинга тренировок. Поэтому существует необходимость классификации типов движения и создания алгоритма определения типов движения по данным физической активности.

Основными типами движения во время футбола являются: бег, прыжки, остановки и повороты. Для количественного измерения прыжков и поворотов исследуют показатели нервно-мышечной силы: проводят прыжковый тест (контрдвижение и прыжок на корточках), а также рассчитывают изокинетическую и изоинерциальную динамометрию. А для определения индивидуальных пороговых значений скорости рассматривают среднюю мощность, нормированную мощность и ускорение бега, быстрой ходьбы, ходьбы и остановок [2]. Индивидуальные пороговые значения скорости имеют важное значение для тренировочных программ спортсменов командных видов спорта. Кроме того, запись акселерограммы позволит проанализировать время движения спортсмена – один из главных параметров для оценки его усталости [3].

На основании анализа литературных данных был разработан протокол эксперимента. Выполнение нагрузочного теста на выносливость с последующим восстановлением. На испытуемого надевали кардио-пояс, связанный с часами Garmin 650,

часы и телефон, зафиксированный в вертикальном положении вплотную к грудной клетке. Испытуемый последовательно выполнял типы движения: покой (1 минута), ходьба умеренная (2 минуты), быстрая ходьба (2 минуты), бег трусцой (2 минуты), умеренная ходьба (2 минуты) и покой (1 минута).

Затем с помощью программы Matlab 19a был разработан алгоритм, который обучали на данных акселерометрии 4 добровольцев. Десятиминутную запись нагрузочного теста делили на трёхсекундные интервалы и рассчитывали параметры для каждого интервала: площадь под графиком сигнала (Параметр 1), порог для каждого интервала (Параметр 2), равный 0,9 от максимума на данном интервале, длительность пересечения порога (Параметр 3) и количество пересечений порога (Параметр 4). Из собранных массивов параметров строили пространства параметров Параметр 1- Параметр 4, Параметр 2- Параметр 4, Параметр 3- Параметр 4, где на полученных графиках выделялись семейства точек. С помощью кластерного анализа эти семейства точек были разделены и ранжированы по разным типам движения.

Для проверки работы алгоритма проводились повторные тесты, в которых записанные данные акселерометра передавались на алгоритм без привязки к типу движения. Такая тестовая выборка показала чувствительность алгоритма определения типа активности 0,875, а специфичность – 0,125. Важно отметить, что на данном этапе разработки алгоритма необходимо записывать данные для обучения и тестирования индивидуально для каждого человека.

Такая классификация типов движения поможет определить внешнюю нагрузку на спортсмена. Взаимосвязь внешней и внутренней нагрузки (пульс, частота дыхания, выработка лактата и частоты сердечных сокращений) поможет оценить усталость испытуемого, составить адаптированную тренировочную программу для повышения его эффективности.

Таким образом, мониторинг состояния важно проводить для профилактики травм, мониторинга эффективности тренировочной программы, поддержания работоспособности и предотвращения перетренированности. Разработанный алгоритм определения типов движения помогает исследовать внешнюю нагрузку на спортсмена и скорректировать его тренировочную программу.

#### Список литературы

1. Impellizzeri F., Menaspa P., Coutts A. Training Load and Its Role in Injury Prevention // *Journal of Athletic Training*. 2020. V. 55(9). pp. 885-892.
2. Hooren B., Goudsmit J., Restrepo J. Real-time feedback by wearables in running: Current approaches, challenges and suggestions for improvements. // *Sports Medicine and Biomechanics*. 2019. pp. 214-230.
3. Sandmael S., Dalen T. Comparison of GPS and IMU systems for total distance, velocity, acceleration and deceleration measurements during small-sided games in soccer. // *Cogent Social Sciences*. 2023. DOI:10.1080/23311886.2023.2209365.

## СЕКЦИЯ «МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ»

**УДК 008**

### **РАЗРАБОТКА БТС ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ЛОКАЛИЗАЦИИ ИСТОЧНИКОВ АКТИВНОСТИ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА**

Ветренко А.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

vetrenko.alina@gmail.com

Научный руководитель: Николаев А.П., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Электроэнцефалограмма применяется для исследования электрической активности головного мозга человека. В основе метода регистрации электрической активности головного мозга лежат физиологические и биофизические процессы. Физиологические процессы представляют собой передачу возбуждения от нейрона к нейрону.

Данные об электрической активности отражают функциональное состояние мозга, которое зависит от множества факторов. Собственная электрическая активность мозга подразделяется на два вида реакций нейрона — спайковую и градуальную. Спайковая активность почти не вносит свой вклад в формирование картины электрической активности мозга в виду своей высокой частоты. Высокочастотные сигналы значительно затухают при прохождении слабого электрического тока через ткани головы. Градуальные электрические реакции представляются постсинаптическими потенциалами, возникающих в ответ на приход к нервной клетке спайковых потенциалов. Постсинаптические потенциалы подразделяются на возбуждающие и тормозные. Возбуждающие снижают порог возбудимости из-за деполяризации мембраны, а тормозные, соответственно повышают порог. Постсинаптические потенциалы имеют амплитуду до 40 мВ, а продолжительность до 50 мс. Спайковые потенциалы, в свою очередь, характеризуются большой амплитудой (от -50 до 120 мВ) и малой продолжительностью — 1-2 мс [1].

В данной работе рассматривается решение обратной задачи электроэнцефалограммы с помощью компьютерного анализа. Наиболее значимые результаты получены при решении обратных задач с помощью ЭВМ методом последовательной оптимизации параметров источника с условием, чтобы измеренные и вычисленные значения не отличались [2]. Используя сферическую модель головы, в предположении наличия дипольного источника и объемного проведения вычислялись потенциалы в точках измерения. Это решение так называемой прямой задачи.

Необходимо решение обратной задачи, то есть сведение результатов измерения потенциалов на поверхности к параметрам диполя. Такое уравнение не может быть решено однозначно. Поэтому обратное решение ищется различными нетрадиционными методами, в частности, прямым поиском, который состоит в том, чтобы подобрать параметры источника для выбранной модели таким образом, чтобы удовлетворялись значения потенциалов в точках измерения в данный момент времени [2]. Процедура прямого поиска состоит в следующем. Берется произвольное расположение источника — диполя внутри головы. Вычисляется распределение потенциалов на поверхности при данном расположении источника. Затем сравнивается измеренное поле распределений потенциалов и вычисленное, а потом с помощью итерации произвольное начальное положение источника изменяют таким образом, чтобы получить наилучшее среднеквадратическое приближение между измеренными и вычисленными полями. Для этого используется один из алгоритмов оптимизации: симплекс-метод, метод

наискорейшего спуска, метод покоординатного спуска, градиентные методы и другие [3]. Эта процедура дает оптимум найденных параметров, то есть сумма квадратов отклонений вычисленных и измеренных потенциалов на поверхности будет минимальна. Алгоритмы оптимизации подробно изложены в работах [4].

Была поставлена задача разработки алгоритма анализа сигнала электроэнцефалограммы. Для выполнения поставленной задачи был взят монополярный сигнал, записанный 19 канальным электроэнцефалографом на кафедре Биомедицинских технологий МГТУ им. Н.Э. Баумана. Также были описаны некоторые методы обработки оцифрованных сигналов: разложение в ряд Фурье, спектральное представление сигнала, автокорреляционная функция и спектрограмма.

Затем был построен алгоритм обработки данных электроэнцефалограммы во временной области, который позволил создать программу в среде MatLab, осуществляющую анализ ЭЭГ. Данная программа является актуальной с точки зрения автоматизации обработки и анализа биомедицинской информации. С помощью этого алгоритма был проведен частотный анализ нескольких отведений монополярного сигнала ЭЭГ.

#### Список литературы

1. Физиология нервной системы: учеб.-методич. пособие / Герасимова Е.В., Хазипов Р.Н., Ситдикова Г.Ф. Казань: Казанский университет. 2012. 43 с.
2. Schneider M., Gerin P. Une methode de localisation des dipoles cerebraux. / EEG and Clin. Neurophysiol. 1970, V. 28, pp. 69-78.
3. Прис А.И., Сливина Н. А. Лабораторный практикум по высшей математике. Москва, Высшая школа. 1983, 116 с.
4. Gevins A.S., Jeager Ch. I et al. Automated analysis of the electrical activity of the human brain (EEG): A progress report. / Proceeding of the EEG. 1975. V.63, №10, pp. 1382-1389.

#### УДК 616-72

### **РАЗРАБОТКА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОРТЕЗА КИСТИ ДЛЯ ПОСТИНСУЛЬТНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ**

Гречушкина М.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Научный руководитель: Николаев А.П., д.м.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Инвалидизация после перенесенного инсульта в России занимает ведущее место среди всех причин первичной инвалидизации. Менее 10% случаев инсульта оказываются относительно легкими и заканчиваются полным восстановлением нарушенных функций, в остальных случаях происходит сохранение стойкого неврологического дефекта, который приводит к потере трудоспособности [1]. Восстановление функции руки – одна из самых сложных тем в реабилитации после инсульта. Люди с нарушенными функциями верхних конечностей вынуждены пользоваться посторонней помощью, так как сами не в состоянии выполнять основные повседневные действия, такие как кормление и уход за собой [2].

Для восстановления некоторых утраченных функций верхней конечности пациенту необходимо выполнять реабилитационные упражнения, повторять знакомые движения. В случае, когда человек не способен самостоятельно выполнять эти упражнения ввиду потери контроля над конечностью, возникает необходимость применения



роботизированной терапии. В настоящее время в медицинскую практику все шире внедряются роботизированные устройства, приводящие в движение конечности человека по сигналам биологической природы [3].

Биоэлектрические ортезы предназначены для контроля и управления поврежденной конечностью. При их длительном использовании пациент может восстановить часть утраченных функций, совершать сгибательные, разгибательные и вращательные движения, используя свой собственный мышечный потенциал. При попытке совершить движение в мышце создается слабый электрический сигнал, который фильтруется, усиливается и подается на микропроцессор, активирующий приводы устройства. Происходит увеличение диапазона возможных движений, снижение мышечного спазма. Таким образом, биоэлектрические ортезы производят реабилитационную работу и облегчают людям с утраченными функциями верхних конечностей выполнение бытовых задач.

Разрабатываемый активный ортез принадлежит к протезно-ортезной медицинской технике. Энергообеспечение ортеза осуществляется внешним источником энергии – элементом питания типоразмера Крона. Разрабатываемый активный ортез является биоэлектрическим, так как его управление осуществляется с помощью регистрируемых электромиографических (ЭМГ) сигналов, которые считываются с мышц предплечья пациента. Для осуществления движений пальцев экзоскелета используется сервопривод, то есть ортез является электрическим по типу привода.

В разрабатываемом биоэлектрическом ортезе будут использоваться две электродные системы, идущие от двух мышц-антагонистов – поверхностного сгибателя пальцев и разгибателя пальцев. В каждой электродной системе для регистрации сигнала ЭМГ требуется усилительный тракт, состоящий из инструментального усилителя и полосно-пропускающего фильтра. Выход последнего подключается к входу аналого-цифрового преобразователя (АЦП), а он – к микроконтроллеру для дальнейшей обработки, интерпретации данных и подачи управляющих команд на исполнительное устройство. Корпус устройства состоит из браслета с датчиками ЭМГ и каркаса для управления четырьмя пальцами. При помощи смартфона пользователь может задать режим реабилитационной тренировки: ассистирующий (когда хват осуществляется с силой, пропорциональной зарегистрированному сигналу) или пассивный (по ранее настроенной программе).

В зависимости от амплитуды, частоты сигнала ЭМГ и стадии заболевания у пациента врач задает следующие параметры: коэффициент пропорциональности между амплитудой сигнала и силой совершаемого хвата, пороговое значение амплитуды сигнала (с которого устройство будет начинать считывать намерение совершить движение), время и периодичность тренировки, а также ее вид. Вышесказанное позволяет проводить реабилитационную тренировку как при полном отсутствии двигательных функций кисти (посредством пассивного режима), так и при частично восстановленных функциях (посредством активного режима) с возможностью установления входных параметров системы для последующего улучшения физиологического состояния пациента.

#### Список литературы

1. Инсульт: Руководство для врачей / под ред. Л.В. Стаховской, С.В. Котова. М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2013. 400 с.
2. Хатькова С.Е. Очаговое повреждение головного мозга у взрослых: синдром спастичности // Клинические рекомендации. М: Изд-во МЕДпресс-информ. 2017. 96 с.

3. Фролов А.А. и др. Роботизированные устройства в реабилитации после инсульта // Журнал Высшей Нервной Деятельности им И.П. Павлова. 2017. № 4. С. 394–413.

### **УДК 616.36**

### **РАЗРАБОТКА БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИОНИЧЕСКИМ ПРОТЕЗОМ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ**

Исаева Е.К., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

liz.is.eva@gmail.com

Научный руководитель: Николаев А.П., д.м.н. профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

apnikolaev@yandex.ru

Актуальность работы заключается в разработке биотехнической системы управления бионическим протезом нижней конечности на основе регистрации сигнала электромиограммы (ЭМГ). Высокая точность распознавания и многофункциональность являются ключевыми аспектами контроля и надежности протезов нижних конечностей. Правильное распознавание намерения движения человека в режиме реального времени имеет решающее значение для обеспечения идеального взаимодействия и координации между человеком и протезом.

Ампутации зачастую затрагивают активные работоспособные группы населения, что приводит к колоссальным экономическим потерям для государства вследствие стойкой утраты трудоспособности и невозможности полноценно выполнять деятельность. Проведенный анализ литературы и статистических данных доказывает низкую обеспеченность нуждающихся в протезах конечности, что особенно касается лиц трудоспособного возраста, которые при оптимальном уровне реабилитации могли бы вернуться на свои рабочие места.

Одним из наиболее частых решений в данной ситуации является протезирование косметическим и функциональным протезами, которые не позволяют вернуть функции утраченной ноги. Существующие на рынке функциональные протезы обладают высокой стоимостью и труднодоступны на территории РФ. В частности, при бионическом протезировании конечности пациент полностью восполняет функционал утраченной конечности. На российский рынок не производятся бионические протезы нижней конечности, вернее, он слабо введен в коммерческое использование из-за дороговизны. Одним из главных факторов решения проблемы является разработка отечественного бионического протеза и внедрение его в производство, что позволит покрыть имеющийся дефицит протезов у населения и исключить импортозависимость.

Одной из основных проблем разработки активных протезов является выявление контроллеров, способных надежно повысить производительность во время выполнения заданной двигательной задачи. В последнее время было предложено несколько подходов к распознаванию активности нижних конечностей. Эти подходы различаются типом используемых датчиков, их размещением и принятыми методами классификации. В работе предложен технический проект по созданию системы управления на основе поверхностных ЭМГ датчиков, поскольку этого достаточно для реализации управления протезом с высокой точностью [1].

Большая часть полезной информации о намерениях пользователя при ходьбе содержится в нескольких мышцах нижних конечностей [2]. При разработке протеза нижней конечности существует большая потребность в выборе минимального количества мышц

для распознавания намерения, поскольку вычислительная нагрузка, необходимая для работы протеза, увеличивается с увеличением количества электродов пЭМГ. Поэтому уменьшение количества электродов пЭМГ имеет первостепенное значение при разработке эффективного с точки зрения вычислений и быстрого процесса протезирования нижних конечностей. Всестороннее исследование показало, что можно без особых потерь в производительности распознавания режима ходьбы использовать небольшой набор электродов пЭМГ [3].

На сегодня необходимо устройство, которое лишено вышеперечисленных недостатков, собранное на элементах производства России с целью создания собственного образца биоэлектрического протеза.

В рамках дальнейшей работы планируется совершенствование конструкции системы управления путем комплексирования сигналов нейромышечной активности, что могло бы повысить точность управления и функциональность.

#### Список литературы

1. Сафин Д.Р., Пильщиков И.С., Ураксеев М.А., Гусев В.Г. Оценка эффективности различных конструкций электродов и усилителей биосигналов в системах управления протезами // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2009. № 2 (10). С. 88–101.
2. Биктимирова, Ф. М. Структура инвалидности, связанной с ампутацией конечностей // Казанский медицинский журнал. 2011. № 2. С. 281–284.
3. Солодимова, Г.А., Спиркин А.Н. Информационно-измерительная система бионического протеза нижней конечности // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2018. № 1 (23). С. 57–65.

#### УДК 615.473.92

#### СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИНФУЗИОННОЙ ТЕРАПИИ

Телкова Д.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Научный руководитель: Аполлонова И.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Оказание медицинской помощи населению на сегодняшний день осуществляется в соответствии со стандартами. Эффективность лечения во многом зависит от неукоснительного соблюдения рекомендаций медицинским персоналом лечебных учреждений. У больных отделений реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) значительная часть клинических рекомендаций отводится фармакотерапии. Например, у больных отделений реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) используются различные способы введения ЛС, в том числе внутривенный, внутриартериальный, эпидуральный и т.д.

Особую проблему фармакотерапии представляет соблюдение скорости доставки ЛС, что связано как с человеческим фактором, так и с техническими средствами реализации. Стандартное введение лекарственных препаратов с помощью шприца или капельницы не позволяет точно соблюсти скорость доставки. Кроме того, несоблюдение скорости введения ЛС может сопровождаться как развитием мгновенно регистрируемых эффектов (гипотония при введении местного анестетика в эпидуральное пространство), так и отсроченным действием (уменьшение эффективности антибактериальной терапии) [1].

Переходя к вопросу системы дозирования отметим, что такая система представляет собой комплекс медицинских и технических мероприятий, направленных на обеспечение точности и безопасности процесса назначения и приема лекарств. Она включает в себя различные методы и технологии для измерения и выдачи нужного количества лекарственного препарата в соответствии с индивидуальными потребностями пациента и рекомендациями врача.

В настоящее время в системе дозирования активно применяются электронные дозаторы лекарственных средств (инфузионные насосы). В общем понимании электронный дозатор лекарственных средств – это электрическое медицинское изделие, предназначенное для контролируемого введения пациенту жидких препаратов и инфузионных растворов под давлением, создаваемым насосом [2, 3].

Электронный дозатор может быть также оснащен дополнительными функциями, которые могут включать в себя напоминания о времени приема лекарств, оповещение о низком уровне заряда батарейки или об отклонении от предписанной схемы приема лекарств.

В результате анализа рынка медицинских электронных дозаторов была установлена потребность в разработке отечественной автоматизированной системы дозирования, которая не будет уступать аналогам в точности и воспроизводимости результатов, но будет иметь более низкую стоимость.

В данной работе предложено конструктивное решение по импортозамещению зарубежных приборов. В соответствии с задачей, была разработана принципиальная электрическая схема, основанная на отечественных радиоэлементах и изделиях дружественных стран. Были подобраны такие элементы как микроконтроллер, привод, модуль питания, датчики визуальной и звуковой сигнализации, предохранители и другие.

В проекте дальнейшей работы планируется совершенствование точности дозирования лекарственных средств и подключение электронного медицинского дозатора к центральной станции врача, что позволит врачам быстро просматривать и контролировать показатели нескольких пациентов на одном экране.

#### Список литературы

1. Пасечник И.Н., Рыбинцев В.Ю., Талызин П.А. Безопасность фармакотерапии: что нового? Анестезиология и реаниматология. 2019. V. 5. I. 47. №50. DOI:<https://doi.org/10.17116/anaesthesiology201905147>
2. ГОСТ Р 57504-2017 - Насосы инфузионные шприцевые. Технические требования для государственных закупок. Дата введения 01.06.2018. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200145752> (Дата обращения 11.04.2023)
3. ГОСТ Р МЭК 60601-2-24-201. Изделия медицинские электрические. Общие требования безопасности с учетом основных функциональных характеристик к насосам инфузионным и контроллерам. Дата введения 01.01.2015. М.: Изд-во стандартов, 2014. 49 с

УДК 616-71

## **СОВРЕМЕННЫЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ СТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА**

Шеренкова В.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

sherenkova.v@yandex.ru

Научный руководитель: Николаев А.П., д.м.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Актуальность работы заключается в изучении технологии измерения уровня алкоголя в выдыхаемом воздухе у водителей транспортных средств (ТС) с последующей блокировкой зажигания при превышении установленного значения. Благодаря разрабатываемому прибору возможно оценивать состояние водителя, без участия сотрудников Государственной инспекции безопасности дорожного движения (ГИБДД).

По официальной статистике за 2022 год было зарегистрировано порядка 103 тысяч аварий, десятая часть из них с участием водителей с признаками алкогольного опьянения. По вине пьяных водителей случается каждое девятое происшествие и каждая четвертая смерть на дороге. По данным ГИБДД за год было выписано более 288 тысяч штрафов за управление транспортным средством в состоянии опьянения (ст. 12.8 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях) и еще около 166 тысяч отказались от освидетельствования. Это позволяет сделать вывод, что проблема употребления алкоголя за рулем является актуальной в настоящее время и требует поисков путей решения, одним из которых может стать установка алкоблокираторов в транспортные средства.

По российскому законодательству проверкой уровня алкогольного опьянения и отстранением водителей от управления транспортным средством могут заниматься только сотрудники ГИБДД. На сегодняшний день нет законодательной обязанности по установке устройств по блокировке зажигания на какой-либо вид транспорта, однако, с учетом появления новых нормативно правовых актов касательно алкозамков [1] и положительной практики применения подобных приборов в странах Европы [2] можно сделать вывод о возможности включения алкозамков в перечень обязательных по стандартизации в области безопасности движения в ближайшие годы, следовательно разработки аналогичных устройств является перспективной и актуальной проблемой.

В работе предложено конструктивное решение по размещению прибора измерения уровня алкогольного опьянения у водителя в салоне транспортного средства. Предлагается использование электрохимического датчика этанола, основанного на окислительно-восстановительной реакции и измерении силы электрического тока, которая пропорциональна количеству прореагировавших молекул этанола. Проведение тестирования предполагается перед запуском двигателя транспортного средства и каждый час при длительных поездках для контроля состояния водителя в процессе управления автомобилем.

Для осуществления функции блокировки зажигания при попытке завести ТС разработан блок прибора, который размыкает связь между ключом зажигания и реле статора. После поворота ключа сигнал перенаправляется на алкоблокиратор, и требует пройти тестирование, чтобы сигнал прошел дальше и транспортное средство можно было сдвинуть с места.

Для предотвращения попыток обмана и фальсификаций выдыхаемого человеком воздуха предложена установка датчика скорости потока, который определяет количество выдыхаемого воздуха (минимум 1,2 литра) и его скорость (минимум 6 л/мин); датчика температуры, который контролирует температуру выдыхаемого воздуха (от 27 до 37 °С).

В рамках дальнейшей работы планируется совершенствование способов предотвращения попыток обмана прибора, в том числе с помощью идентификации личности водителя. И усовершенствование методов измерения алкогольного опьянения по средствам установки в салоне ТС чувствительных инфракрасных датчиков для постоянного мониторинга концентрации паров этанола в воздухе.

#### Список литературы

1. ГОСТ Р 70637–2023 - Автотранспортные средства. Система контроля состояния водителя (алкозамок). Общие технические требования. Дата введения 01.04.2023. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200195579> (Дата обращения 11.04.2023)
2. Турищева А.А. О реализации мер, предусмотренных национальными программами безопасности дорожного движения Федеративной Республики Германия // Вестник Московского университета МВД России. 2022. № 5. С. 258-266.

## **СЕКЦИЯ «ИССЛЕДОВАНИЯ, ИСПЫТАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ»**

**УДК 57.087**

### **РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ МОНИТОРОВ И ЭКГ-ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Ленкин А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»  
lehch1377@mail.ru

Научный руководитель: Аполлонова И.А., к.т.н., доцент  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Электрокардиография (ЭКГ) – метод регистрации электрических потенциалов сердца, позволяющий детально охарактеризовать нарушения проводимости, определить локализацию очаговых (инфарктных, рубцовых) изменений, установить признаки перегрузки и гипертрофии камер сердца, проводить мониторинг заболевания, оценить эффективность проводимого лечения. [1].

Телеметрия электрокардиографических – эффективный инструмент в диагностике ряда патологических ЭКГ-синдромов и выявлении групп риска сердечно-сосудистых заболеваний, что может способствовать своевременному началу лечения и снижению показателей сердечно-сосудистой смертности. [2].

В настоящий момент существует перечень систем ЭКГ-телеметрии, который активно расширяется, регистрируются всё новые и новые изделия. Для уверенности в качестве изделий им необходим контроль качества.

Улучшения характеристик является главным приоритетом при разработке телеметрических ЭКГ-систем. Системы ЭКГ-телеметрии в настоящий момент испытываются с использованием набора стандартизированных электросхем.

Входной сигнал в диапазоне от минус 5 до плюс 5 мВ со скоростью нарастания/спада до 125 мВ/с должен воспроизводиться с погрешностью в пределах  $\pm 20\%$  номинального выходного значения или  $\pm 100$  мкВ. в зависимости от того, что больше. Соответствие проверяют, используя испытательную схему, показанную на рисунке 1. Открывают переключатель S1. закрывают переключатели S и S2 и устанавливают переключатель S4 в положение В. Подсоединяют генератор сигнала так, чтобы он подавал треугольный сигнал частотой 2 Гц между любым из проводов отведения и всеми другими проводами отведения, соединенными с проводом отведения N. Устанавливают коэффициент усиления 10 мм/мВ и скорость развертки 25 мм/с. Регулируют генератор сигнала так, чтобы он обеспечивал выход с размахом, который соответствует 100 % размаху выхода на непостоянном или постоянном изображении (если предусмотрено). Уменьшают выход генератора сигнала в 2, 5 и 10 раз. Отображаемый выход должен быть линейным в пределах  $\pm 20\%$  или  $\pm 100$  мкВ максимального отображаемого выходного сигнала. Повторяют эти действия для каждого провода отведения и непостоянных и постоянных изображений, если предусмотрены, до тех пор, пока не будут перебраны все комбинации испытываемых проводов отведений и отображающих устройств. Соединяют генератор сигнала между любым из проводов отведения и всеми другими проводами отведения, соединенными с проводом отведения N (RL) (P2). Регулируют генератор сигнала таким образом, чтобы он обеспечивал синусоидальный сигнал размахом 2 мВ и частотой 20 Гц. Устанавливают коэффициент усиления 10 мм/мВ и скорость развертки 25

мм/с. Проверяют, что выходной сигнал полностью виден и результирующий размах находится между 16 и 24 мм.

#### Список литературы

1. Авдеева Д.К., Вылегжанин О.Н., Грехов И.С., Казаков В.Ю., Ким В.Л., Клубович И.А. Автоматизированный испытательный стенд для метрологической проверки медицинских хлор-серебряных электродов на базе пористой керамики // Международная научно-техническая конференция «Неразрушающий контроль и диагностика». (Томск, 2008г.) .Т. 312. № 2. С.353-357.
2. Авдеева Д.К., Вылегжанин О.Н., Рыбалка С.А., Клубович И.А. Результаты моделирования метода выделения электрокардиографического сигнала из случайных шумов при длительном мониторинге сердца человека // Становление и развитие научных исследований в высшей школе: Сборник трудов Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.А.Воробьева. Томск: ТПУ. 2009. С. 28-29.
3. Клубович И.А. Шумы и помехи при регистрации биоэлектрической активности сердца человека, статья // XIII Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии». Томск: ТПУ. 2007. С. 352-353.

#### УДК 57.087

### РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФОВ

Маюров М.Я., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»  
maurovm@mail.ru

Научный руководитель: Аполлонова И.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Сердечно-сосудистые заболевания являются одной из наиболее распространенных причин смерти во всем мире. Диагностика и лечение этих заболеваний требуют точных и надежных методов, среди которых электрокардиография занимает важное место. Электрокардиографы используются для регистрации электрических сигналов, генерируемых сердцем, и преобразования их в графические изображения (электрокардиограммы), которые помогают определить состояние сердца пациента.

В результате электрической активности на поверхности тела возникают потенциалы, которые можно зарегистрировать с помощью электродов, расположенных на коже. Эти потенциалы отображаются в виде кривых на электрокардиограмме.

В настоящее время на рынке существует множество моделей электрокардиографов различных производителей. Однако, точность и надежность работы этих устройств может значительно различаться, что может привести к неправильному диагнозу и лечению. Поэтому, для обеспечения корректной диагностики и назначения правильного лечения, необходимо учитывать точностные характеристики электрокардиографов при их выборе и использовании.

В Российской Федерации в настоящее время существует ряд нормативных документов, которые определяют технические требования к электрокардиографической технике, используемой в клинической практике, методы сертификационных испытаний и рекомендации по метрологии, включая методику поверки электрокардиографов [1-3].



Определение термина "электрокардиограф" включает в себя несколько национальных, международных и государственных стандартов, которые действуют на территории Российской Федерации. Согласно государственному стандарту СССР ГОСТ 17562-72, электрокардиограф — это регистрирующее устройство, предназначенное для измерения зависимости разности потенциалов электрического поля сердца от времени. Согласно международному стандарту ГОСТ ИЕС 60601-2-51-2011, электрокардиограф — это медицинское устройство и связанные с ним электроды, предназначенные для получения электрокардиограммы для диагностики [2]. Согласно национальному стандарту Российской Федерации ГОСТ Р МЭК 60601-2-25-2016, электрокардиограф — это устройство и соединенные с ним провода отведений, и электроды, предназначенные для формирования ЭКГ-отчета в диагностических целях.

Электрокардиографы, в соответствии с рекомендацией МИ 2222-92, являются средствами измерения электрических величин, времени и частоты, что подтверждается рекомендацией МИ 2314-2006 в разделе "Диапазон измерений". В рекомендации МИ 2314-2006 не предусмотрено разделение электрокардиографов на анализирующие и регистрирующие, как это сделано в стандарте ГОСТ ИЕС 60601-2-51-2011. Однако регистрирующий электрокардиограф, в отличие от анализирующего, не отображает значения напряжений и длительностей сигналов электрокардиограммы. Его основная функция заключается в разматывании бумажного рулона, на котором оставляется странная извилистая линия. Для определения напряжения в вольтах и длительности в секундах необходимо измерить геометрические размеры пиков извилистой линии по горизонтали и вертикали. Методика и средства измерения геометрических размеров записанной на ленте электрокардиограммы не регламентируются руководствами по эксплуатации регистрирующих электрокардиографов, и также отсутствовала информация об этом в отмененном ГОСТ 19687-89.

Для анализирующих электрокардиографов действующий стандарт ГОСТ ИЕС 60601-2-51-2011 в разделе 50.101.2 устанавливает требования к измерению амплитуды сигналов. Однако, следует отметить, что термин "амплитуда" согласно ГОСТ 16465-70 является недопустимым. В разделе 50.101.3 стандарта устанавливаются требования к измерению интервалов. Здесь под интервалом понимается временной интервал, определенный в разделе 3.2.3 ГОСТ 8.567-2014. Для метролога это означает, что медицинское измерительное устройство функциональной диагностики, такое как электрокардиограф, должно обладать нормированными метрологическими характеристиками для измерения электрического напряжения и времени.

#### Список литературы

1. Р 50.2.009-2001. Рекомендации по метрологии. Электрокардиографы, электрокардиоскопы, электрокардиоанализаторы. Методика поверки. Взамен МИ 2398-97; введен 01.02.2002. М.: Изд-во стандартов, 2001. 30 с..
2. ГОСТ Р МЭК 60601-2-51-2008. Изделия медицинские электрические. Часть 2-51. Частные требования безопасности с учетом основных функциональных характеристик к регистрирующим и анализирующим одноканальным и многоканальным электрокардиографам. введен 01.09.2009. М.: Стандартиформ. 2009. 66 с.
3. ГОСТ 19687-89. Приборы для измерения биоэлектрических потенциалов сердца. Общие технические требования и методы испытаний. введен 01.01.1990. М.: Изд-во стандартов. 1989. 26 с.

**УДК 57.087**

## **РАЗРАБОТКА СТЕНДА КОНТРОЛЯ СИГНАЛОВ ДЛЯ БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОИМПЕДАНСНОЙ МИОГРАФИИ**

Попко Е.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

el99ekaterina@gmail.com

Научный руководитель: Аполлонова И.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Электроимпедансная миография – неинвазивный метод определения нейромышечной активности, заключающийся в пропускании высокочастотного электрического тока низкой интенсивности между токовыми электродами, расположенными на поверхности кожных покровов над мышцей, и регистрацией возникающей разности потенциалов на измерительных электродах [1].

Прибор для электроимпедансной миографии – диагностическое устройство для оценки биоимпеданса по регистрируемой разности потенциалов. Анализ импеданса биологической ткани предоставляет много информации о физиологическом и анатомическом состоянии ткани [2].

В настоящий момент существует ряд медицинских устройств на основе метода электрического импеданса: многочастотные биоимпедансные маммографы, реографы, анализаторы состава тела. Активно внедряются измерители биоимпеданса в качестве систем управления физиологическими протезами. Новые разработки на основе биоимпеданса требуют контроля качества.

Повышение точности измерений является главным приоритетом при разработке методов измерения электрического импеданса. Системы измерения электрического импеданса в настоящий момент калибруются с использованием набора эталонных сопротивлений и конденсаторов.

Процесс калибровки заключается в согласовании выходного сигнала аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с фактическими значениями сопротивления участка ткани, расположенного между электродами. Большинство современных систем измерения электрического импеданса имеют тетраполярную электродную систему, состоящую из 4 электродов: два токовых (ТЭ) и два измерительных электрода (ИЭ). Существующие системы калибровки работают путем переключения различных сопротивлений между ИЭ и записи выходного сигнала с АЦП для каждой из комбинаций. Во время измерения электрического импеданса выходной сигнал АЦП преобразуется в значение сопротивления в соответствии с сохраненными калибровочными данными [3].

Существующий подход по оценке качества сигнала для приборов на основе биоэлектрического сигнала может быть усовершенствован. Предлагается разработка стенда контроля сигналов биоимпеданса. В стенд контроля сигналов включаются: осциллограф частотомер, амплитудный модулятор, схема замещения биообъекта (БО), осциллограф контроля выходных сигналов.

На стенд подается электрический сигнал напряжением  $U_1$  и частотой  $f_1$  от медицинского изделия. Величина и частота входного сигнала контролируется осциллографом частотомером. Для создания амплитудно-модулированного сигнала используется амплитудный модулятор, через который проходит входной сигнал. Высокочастотный входной сигнал является несущим. Амплитудный модулятор создает низкочастотный модулирующий сигнал, имитирующий пульсовые колебания кровенаполнения. Амплитудно-модулированный сигнал ( $U_1, f_2$ ) поступает на схему

замещения БО. Схема замещения БО представляет собой эквивалентную электрическую схему замещения участка тела человека и состоит из комбинации резистивных и емкостных элементов. В данном случае участок тела человека представляет собой мышечную ткань и ткани над ней. Амплитуда сигнала, проходящего через схему замещения БО, уменьшается ( $U_2$ ,  $f_2$ ). Форма, амплитуда и частоты выходного сигнала ( $U_2$ ,  $f_2$ ) контролируется осциллографом контроля выходных сигналов.

#### Список литературы

1. Бера Т.К. Биоэлектрические импедансные методы для неинвазивного мониторинга состояния здоровья: обзор // Журнал медицинской инженерии. 2014. № 2. С. 1–28.
2. Санчес Б., Пачек А., Рутков С.Б. Рекомендации по расположению электродов для исследования электроимпедансной миографии человека и животных // Научные отчеты. 2016. № 6 (1). С. 1–14.
3. Гержик А., Кобелев А., Лужнов П., Сергеев И. Метод калибровки для прецизионной системы измерения электрического сопротивления // Уральский симпозиум 2020 по биомедицинской инженерии, радиоэлектронике и информационным технологиям. 2020. С. 16–19.

#### УДК 57.087

### **РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ БОЛЬНЫХ И ПОСТРАДАВШИХ**

Почашева Т.Е., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

tatianapochasheva@mail.ru

Научные руководители: Аполлонова И.А., к.т.н. ., доцент,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

apollonova-i@bmstu.ru, apollonova-i@yandex.ru.

Казьмин И.А., врио генерального директора

ФГБУ "Национальный институт качества" Росздравнадзора

igor.kazmin@nqi-russia.ru.

Транспортировка пострадавшего осуществляется в виде доставки пострадавшего или больного после оказания ему первой медицинской, или первой врачебной помощи, на следующий этап медицинской эвакуации, где ему будет оказана квалифицированная медицинская помощь. Транспортировка осуществляется с помощью медицинского изделия, предназначенного для перемещения больных и пострадавших на догоспитальном этапе и их размещения при транспортировании в специализированных транспортных средствах скорой медицинской помощи (автомобильных, воздушных, железнодорожных, водных и др.), так и вне их.

Цель - рассмотрение проблем и способов их решения при разработке такого медицинского технического средства размещения и перемещения пациента (ТСРП), которое помогло бы осуществлять не только транспортировку пациента в больничных и внебольничных условиях, но и оказывать ему безопасную и эффективную экстренную и квалифицированную медицинскую помощь, обеспечивая безопасность как врача, так и пациента.

Методология. Предметом исследования стал российский рынок медицинских изделий, предназначенных для эвакуации пострадавших при чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени, анализ действия врачей при транспортировке и оказании

помощи больным и пострадавшим. Проведен анализ использования различных устройств для безопасной эвакуации раненых и пострадавших и оказании им медицинской помощи.

Анализ. Чтобы понять, какое медицинское ТСРП обеспечит безопасность и эффективность оказания медицинской помощи при транспортировке, рассматриваются проблемы, возникающие у врачей при транспортировке больных и пострадавших, а именно:

- больные с травмами и заболеваниями костно-мышечной системы;
- эвакуация наземным и воздушным транспортом;
- организация экстренной и неотложной медицинской помощи;
- проведение диагностических процедур;
- сокращение нагрузки на медицинский персонал;
- больные с инфекцией;
- помощь пациенту в труднодоступных местах пребывания;
- дети (в том числе, новорожденные), нуждающиеся в интенсивной терапии и реанимации.

Разработка специального ТСРП, с помощью которого будет обеспечена безопасность как врача, так и раненого/пострадавшего при эвакуации в больничных и внебольничных условиях, оказание экстренной и квалифицированной медицинской помощи, в том числе с применением специальных медицинских технических устройств для медицинской эвакуации, позволит повысить эффективность оказания медицинской помощи раненым и пострадавшим в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.

#### Список литературы

1. ГОСТ Р 56330— 2016 «Изделия медицинские. Технические средства размещения и перемещения больных и пострадавших на догоспитальном этапе. Общие технические требования и методы испытаний». Дата введения: 01.10.2017. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200142994> (Дата обращения 11.04.2023)
2. Государственный реестр медицинских изделий и организаций (индивидуальных предпринимателей), осуществляющих производство и изготовление медицинских изделий. URL: <https://www.roszdravnadzor.gov.ru/services/misearch>. (Дата обращения 20.04.2023)
3. Гребенюк А.Н., Лисина Е.А., Лисин П.Л., Старков А.В. Медицинские технические устройства для медицинской эвакуации раненых и пострадавших в чрезвычайных ситуациях. // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2020. №1. С. 21-35.
4. Якиревич И.А., Алексанин С.С. Опыт санитарно-авиационной эвакуации пострадавших в чрезвычайных ситуациях авиацией МЧС России с использованием медицинских модулей // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2014. № 2. С. 5-12.

## РАЗДЕЛ «ИНЖЕНЕРНЫЙ БИЗНЕС И МЕНЕДЖМЕНТ»

### УДК 338

#### ОЦЕНКА РИСКОВ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА

Амарантов Д.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

dmitry.amarantov@yandex.ru

Научный руководитель: Волкова М.В., к.э.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

События 2020 – 2022 гг. повлекли за собой реорганизацию как отечественной, так и мировой экономики. Из России «ушли» множество международных иностранных компаний. На данный момент, практически полностью закрыт доступ для иностранных инвестиций. В экономику начинают активно внедряться российские инвесторы. В связи с этим, вопрос оценки рисков инвестиционного проекта весьма актуален в данный момент.

Под рисками инвестиционного проекта понимают возможность отклонения будущих денежных потоков по проекту от ожидаемого потока. Чем больше отклонение, тем более рискованным считается проект.

В вопросе оценки рисков существует два подхода: качественный и количественный. Тем не менее, существует неопределенность их применения на практике.

Основная задача качественного подхода состоит в выявлении возможных видов рисков инвестиционного проекта, а также идентификация источников их возникновения. При качественном подходе также могут быть разработаны пути снижения вероятности наступления риска. Кроме того, качественный анализ предполагает описание возможного ущерба от наступления риска

Качественный подход не позволяет применять мощный математический аппарат теории вероятностей и математической статистики для оценки величины риска.

Главная задача количественного подхода состоит в измерении и математическом описании последствий наступления рисков, а также в оценке вероятности наступления рисков.

Большинство авторов выделяют четыре основных количественных метода:

- Метод уместности затрат – детально рассматривается каждая из стадий инвестиционного проекта на предмет увеличения стоимости проекта.
- Метод аналогий – анализируются данные не менее рискованных проектов в аспекте влияния на них неблагоприятных факторов.
- Метод экспертных оценок – основан на опыте экспертов в сфере реализации проекта.
- Статистический метод – основан на методах математической статистики.

Среди количественных методов наибольшее распространение получил статистический метод ввиду своей наибольшей конкретности и понятности. Более того, он позволяет оценивать риски не только рассматриваемого инвестиционного проекта, но и всего предприятия в целом. Однако, для данного необходим сбор большого количества статистических данных, что требует довольно больших затрат средств и времени.

У всех вышеперечисленных способов оценки рисков нет четкой методологической согласованности в конкретной ситуации.

Также существует проблема оценки предела оправданного риска. Он может зависеть как от индивидуальной склонности к риску, так и от ожидаемой доходности

(убытка) инвестиционной деятельности. В мировой инвестиционной практике часто встречаются примеры, когда инвесторы соглашались не только на допустимый, но и на критический риск.

Ввиду нестабильной экономической ситуации в стране и в мире особенно актуальным становится вопрос разработки методологии оценки рисков инвестиционного проекта, а также предела оправданного риска. Это может помочь отечественной экономике быстрее адаптироваться к кризисной ситуации и развернуть успешную инвестиционную деятельность на территории РФ и ближнего зарубежья.

#### Список литературы

1. Попова А.Ю. Оценка рисков инвестиционного проекта // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2006. № 4. С. 104-108.
2. Абылхатова С. О возможных рисках в инвестиционных проектах // Инновации и инвестиции. 2021. №2. С. 19-21.

#### УДК 330.47

### **МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ЦИФР ПРИЕМА ВНУТРИ УКРУПНЕННОЙ ГРУППЫ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ И НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ С УЧЕТОМ ПРИОРИТИЗАЦИИ ПРОФИЛЕЙ ОБУЧЕНИЯ**

Амирханян Л.Г., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Amirkhanyanliana@yandex.ru

Амирханян А.Г., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Amirkhanyanana@yandex.ru

Научный руководитель: Сидельников И.Д, к.э.н., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Цель работы – разработать модель распределения контрольных цифр приема (КЦП) внутри укрупненной группы специальностей и направлений (УГСН) с учетом приоритизации профилей обучения.

С течением времени изменяется необходимость в обучении некоторых специальностей на рынке труда, также на смещение профессий оказывает значительное влияние выбор абитуриентов, поступающих в высшие учебные заведения. Обучить необходимое рынку труда количество специалистов, при этом максимизировать общее число абитуриентов с учетом их интересов – задача, стоящая перед современными вузами. Конкурсная система формирования контрольных цифр приема позволяет обеспечить справедливость распределения бюджетных средств, а заполнение конкурсных мест в вузах по результатам ЕГЭ – база для обеспечения доступности образования [1].

Однако в рамках функционирования приемной кампании возникают проблемы с распределением КЦП внутри УГСН, так как нет единой методики прогнозирования кадровых потребностей на основе прошлых лет, также цикл планирования объемов и структуры КЦП на данный момент является слишком длительным, что становится причиной устаревания установленных значений, и вследствие этого теряет актуальность. Наглядно эту проблему можно было увидеть по результатам приемной кампании 2022 года [2], когда был обнаружен дефицит в числе поступающих, которых бы заинтересовали некоторые инженерные и технические направления, иначе говоря, выделение мест не

коррелировалось со спросом абитуриентов. В связи с этим предлагается разработать однокритериальную модель распределения бюджетных и платных мест внутри УГСН, которая будет включать также инструмент для анализа востребованности тех или иных направлений среди абитуриентов.

Постановка задачи в общем виде имеет следующий вид: для распределения мест по  $r$ -ым направлениям подготовки или специальностям  $r =$  (например, 01.03.02, 01.03.03 и т.д.) по каждому  $i$ -ым профилям подготовки  $i =$  (например, ФН1, ФН2 и т.д.) внутри установленного УГСН, в указанное на профиле подготовки количество групп  $j = (1, 2)$  по доступной основе обучения студента  $s = (Б, П)$ . Необходимо определить максимальное количество студентов, которые будут зачислены на все направления внутри данной УГСН, с учетом коэффициентов престижности каждой кафедры.

По исходным данным составим общую математическую модель оптимизационной задачи.

$$Z = \sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{s=1}^S K_{rij}^s X_{rij}^s \rightarrow \max \quad (1)$$

где  $r$  – номер направления подготовки или специальности;

$i$  – номер реализуемого профиля обучения (кафедры);

$j$  – номер группы зачисления;

$s$  – номер основы обучения;

$X_{rij}^s$  – количество зачисленных на  $r$ -ое направление/специальность на  $i$ -ю кафедру в  $j$ -ую группу по  $s$ -ой основе обучения;

$K_{rij}^s$  – коэффициент престижности на  $r$ -ое направление/специальность  $i$ -ой кафедры в  $j$ -ой группе по  $s$ -ой основе обучения.

Критериями оптимизации будут являться следующие ограничения:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{s=1}^S X_{ij}^s = N_r \\ L_{min_{ij}} \leq \sum_{s=1}^S X_{ij}^s \leq L_{max_{ij}} \\ \sum_{j=1}^J X_{ij}^s \geq K_{ij}^s N_{is} \end{cases} \quad (2)$$

где  $N_r$  – количество бюджетных мест, выделенных на  $r$ -ый УГСН;

$L_{min_{ij}}$  – минимальное количество студентов на  $i$ -ой кафедре в  $j$ -ой группе;

$L_{max_{ij}}$  – максимальное количество студентов на  $i$ -ой кафедре в  $j$ -ой группе.

Разработанная модель оценивания востребованности направлений является важнейшим инструментом для определения приоритета распределения КЦП. Благодаря данному механизму вузы смогут обеспечивать полноту распределения КЦП и минимизировать риск возврата КЦП.

#### Список литературы

1. Пряничникова О.Н. Механизмы формирования и распределения государственного задания (контрольных цифр) на прием и формирование государственного заказа по укрупненным группам специальностей и направлениям подготовки кадров // Академический вестник Академии социального управления. 2015. № 1(15). С. 80-92.
2. Итоги приемной кампании 2022 в вузы URL: <https://www.rbc.ru/society/19/08/2022/62fba05e9a794764d18c3587> (Дата обращения 23.03.2023)

**УДК 338.583**

## **ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА ЭФФЕКТА СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПАНИЯХ**

Асаинов И.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

ildarasainov@yandex.ru

Научный руководитель: Пилюгина А.В., к.э.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Термин «себестоимость» означает совокупную сумму издержек, которые были направлены на создание продукции и ее дальнейшее продвижение. Себестоимость определяется денежным эквивалентом и относится к одной из составляющих расходов производства. Себестоимость строительных работ, выполненных строительной организацией собственными силами, складывается из затрат, связанных с использованием в процессе производства материалов, топлива, энергии, основных средств, трудовых ресурсов, а также других затрат.

Все расходы организации, зависящие от изменения объемов выполненных работ, можно подразделить на постоянные и переменные расходы. Расходы, не изменяются или меняются в незначительных размерах при изменении объема строительства, относятся к постоянным расходам. Примером постоянных расходов строительной компании могут являться такие расходы, как: содержание офиса или штаба строительства, оплата труда управляющего и обслуживающего персонала, амортизация производственного оборудования, лизинговые платежи за технику, аренда земельных участков, расходы на складирование материалов, охрану объектов и т.д. Расходы, изменяющиеся пропорционально изменению объема выполняемых строительных работ, относятся к переменным расходам. Примером переменных расходов строительной компании могут являться такие расходы, как: расходы на сырье и материалы, заработную плату рабочих, расходы по содержанию и эксплуатации строительных машин и механизмов, расходы на электроэнергию, технологическое топливо и т.д.

Согласно экономико-математической модели Соколова Е.В. [1], в основе логики расчета эффекта от снижения себестоимости лежат вышеописанные понятия постоянных и переменных расходов. Расчет себестоимости прогнозного периода осуществляется путём сложения постоянных и переменных расходов, первые из которых остаются неизменными в силу своей независимости от изменения объемов производства, вторые же, наоборот, увеличиваются пропорционально объему увеличения производства работ и её производному показателю – выручке. Эффект отчётливо проявится, если теоретически исключить экономический смысл постоянных расходов и рассчитать себестоимость математически, просто увеличив себестоимость на тот же процент роста, что и выручку. Результат получится простым и интуитивно понятным, однако экономически неверным, так как фактический процент увеличения себестоимости прогнозного периода окажется ниже процента увеличения выручки прогнозного периода – это и будет результат эффекта от снижения себестоимости.

Особенность расчета эффекта от снижения себестоимости в строительной отрасли заключается в пропорции долей постоянных и переменных расходов в общей себестоимости. На практике специфика строительства предполагает следующую пропорцию распределения долей постоянных и переменных расходов в общей структуре расходов строительной компании – 70% переменных расходов и 30% постоянных расходов. Данную особенность следует учитывать при расчете эффекта от снижения себестоимости в компании строительной отрасли.



## Список литературы

1. Соколов Е.В., Костырин Е.В. Финансовые технологии развития предприятий и экономики России. URL: <https://sokolov.expert/courses> (Дата обращения 09.04.2023).

**УДК 164****ИНДУСТРИЯ 4.0 В ЛОГИСТИКЕ**

Бабин Д.П., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

[babin.danila@inbox.ru](mailto:babin.danila@inbox.ru)

Ильина С.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

[sofia.ili@yandex.ru](mailto:sofia.ili@yandex.ru)

Научный руководитель: Волкова М.В., к.э.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Логистика, будучи неотъемлемой частью любой организации и основой всех операций цепи поставок, не стоит на месте и стремится к изменениям [1]. Индустрия 4.0 дает возможность не отставать в сфере от остальных своими технологиями, которые позволяют не только оптимизировать, но и автоматизировать многие процессы:

1. Киберфизические системы

Комплексные системы, объединяющие физические (сенсоры, датчики) и компьютерные компоненты (ПО). В результате создается «сетевой мир», в котором smart-объекты имеют возможность взаимодействовать друг с другом.

2. Моделирование и цифровые двойники

Под имитационным моделированием понимается метод исследования и анализа систем, использующий компьютерную модель, которая имитирует поведение реальной системы в различных условиях. Использование цифрового двойника в дополнение к имитационному моделированию расширяет его использование на все фазы жизненного цикла продукта/услуги.

3. Интернет вещей (IoT)

Концепция, представляющая собой совокупность различных технологий и протоколов, согласно которой различные устройства (вещи) могут взаимодействовать друг с другом и передавать данные через сеть интернет без участия человека.

4. Дополненная (AR) и виртуальная реальности (VR)

Технология AR позволяет дополнить окружающий мир цифровыми данными при помощи специальных устройств (smart-очки)

VR- пространство, в которое человек погружается из-за воздействия на рецепторы

5. Облачные технологии и аналитика больших данных

Представляет собой услуги, позволяющие пользователю использовать вычислительные ресурсы через сеть (ОП, другие ИТ-инфраструктуры)

6. Аддитивное производство (3D печать)

Технология производства, при которой объект создается путем наложения материала слоями на основе цифровой модели.

7. Блокчейн

Децентрализованный реестр транзакций, использующий криптографические методы для обеспечения безопасности и надежности данных. Он создает прозрачную

цепочку блоков, каждый из которых содержит информацию о транзакциях, подтвержденных участниками сети. Каждый блок содержит хэш предыдущего, который обеспечивает связь между ними и создает цепочку, которую нельзя изменить [2].

Все описанные выше технологии способны помочь производству анализировать производство, корректировать уровень запаса материала и товара на складах, прогнозировать продажи и самостоятельно регулировать деятельность логистики компании для повышения эффективности. Однако на данный момент нехватка профессионально подготовленных кадров, сложность в организации структуры и боязнь компаний новых технологических решений не позволяют логистике “выйти” на новый уровень.

#### Список литературы

1. Орестис К. Эфтимии Технологии индустрии 4.0 и их влияние на современную логистику. // Устойчивое развитие. 2021. № 13(21) С. 116-123.
2. Трачук А.В., Линдер Н.В. Влияние технологий индустрии 4.0 на повышение производительности и трансформацию инновационного поведения промышленных компаний. // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2022. № 2. С. 132-149.

#### УДК 330

#### **РИСКИ И ВЫЗОВЫ НА РЫНКЕ ИНВЕСТИЦИЙ В РФ**

Балыков П.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

balykovpaul@yandex.ru

Головченко Ю.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

yura.golowchenko@yandex.ru

Научный руководитель: Васюткина Л.В., к.э.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Рынок инвестиций в России находится в постоянном развитии и сталкивается с многими вызовами и возможностями. В настоящее время рынок продолжит свой рост и столкнется с новыми вызовами, которые потребуют от инвесторов более осторожного подхода к выбору инвестиционных проектов и управлению рисками. Рассмотрим тенденции и перспективы рынка инвестиций в РФ с использованием мнения различных авторов.

Рынком инвестиций является совокупность финансовых инструментов, предназначенные для привлечения инвестиций и позволяют инвесторам приобретать доли в активах различных компаний и проектов. На рынке инвестиций осуществляются операции с ценными бумагами, фондовыми индексами, валютами, сырьевыми товарами и другими активами.

Рынок инвестиций в РФ, как и любой другой рынок, будет иметь свои риски и вызовы. Одним из главных рисков является политическая нестабильность, которая может привести к изменению законодательства, повышению налогов и усилению бюрократии. Также возможны экономические риски, связанные с колебаниями валютного курса, инфляцией и изменением экономической конъюнктуры.

Еще одним вызовом для рынка инвестиций в РФ является отсутствие прозрачности и недостаточная развитость рынка, что может привести к непредсказуемым изменениям цен на активы и повышению рисков инвестирования.

Однако, несмотря на риски и вызовы, на рынке инвестиций в РФ остаются значительные возможности для инвесторов. Россия имеет большой потенциал для развития во многих отраслях, таких как энергетика, технологии, сельское хозяйство, здравоохранение и многие другие. Также российский рынок имеет значительный потенциал для привлечения иностранных инвестиций.

Одним из способов уменьшения рисков на рынке инвестиций является диверсификация портфеля инвестора, т.е. распределение инвестиций между различными классами активов и отраслями. Также важно выбирать надежных партнеров и проводить тщательный анализ рисков перед принятием инвестиционных решений.

Управляющий директор, член совета директоров Инвестиционной компании ЛМС Александр Клещев считает: «Основной мировой тенденцией в 2023 году стало дальнейшее ужесточение денежно-кредитной политики и повышение процентных ставок для борьбы с инфляцией. Проблема в том, что высокая инфляция в развитых странах сохраняется достаточно долго, чтобы повлиять на умы и ожидания экономических агентов. Другими словами, денежных средств в мире станет меньше. Это неизбежно приведет к болезненному падению цен на большинство российских акций, долгосрочных облигаций и других активов. Такого мы не видели с 2008 года. Поэтому важно понимать, что наступивший 2023 год стал особенным. Дешевые деньги закончились, так что не спешите покупать акции. Ожидайте, что настоящая паника упадет не на 20-30% от локальных максимумов, а минимум в два-три раза. И ни при каких обстоятельствах вы не должны использовать заемные средства для покупки обесцененных активов». [1]

Геополитика остается напряженной, а неопределенность в отношении исхода высока. По мере продолжения геополитического противостояния общие темпы мировой экономики замедляются. В связи с этим возрастает риск рецессии, и ее последствия могут быть особенно серьезными во время рецессии в западных странах.

«Призрак рецессии вызывает турбулентность на товарных рынках. Цены на нефть и газ остаются вблизи двухлетнего минимума, поскольку рынок готовится к снижению спроса на энергию. И пока даже «открытость» Китая в процессе устранения основных препятствий на пути пандемии не может полностью компенсировать возможный дисбаланс спроса и предложения на товарном рынке». – говорит эксперт по фондовому рынку «БКС Мир инвестиций» Михаил Зельцер. [2]

Санкции, которые наложены на Россию различными странами, могут оказать значительное влияние на фондовый рынок РФ. Одним из основных рисков является ограничение доступа российским компаниям к зарубежным рынкам капитала. В связи с этим, российские компании могут столкнуться с трудностями в привлечении инвестиций, что может негативно сказаться на их финансовой устойчивости и дальнейшем развитии.

«Однако пример Сбербанка, который пострадал от одних из самых тяжелых санкций среди всех листинговых российских компаний и полностью восстановился менее чем за год, вполне позитивен и вселяет надежду в инвесторов». - полагает руководитель проектов ИК «ВЕЛЕС Капитал» Валентина Савенкова. [2]

В целом, рынок инвестиций в РФ будет иметь свои риски и вызовы, но также будет представлять возможности для инвесторов, которые готовы принять эти вызовы и умело управлять рисками.

#### Список литературы

1. «Дождитесь настоящей паники»: особенности инвестиций в 2023 году. URL: <https://quote.rbc.ru/news/article/63dbc8949a79476c99fe37da> (Дата обращения 10.04.2023).

2. Пять главных рисков для инвестора в 2023 году. URL: <https://www.banki.ru/news/daytheme/?id=10982577> (Дата обращения 10.04.2023).

### УДК 336

### СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С БАНКОМ

Быков С.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

[dzfordzdz@gmail.com](mailto:dzfordzdz@gmail.com)

Научный руководитель: Самохвалов А.Э., к.э.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Платежное поручение – это документ, с помощью которого владелец расчетного счета дает распоряжение банку совершить перевод денежных средств на другой указанный счет. Платежные поручения используются для расчетов с контрагентами, оплаты товаров и услуг, уплаты налогов, штрафов, государственных пошлин. Форма данного документа закреплена в Положении Банка России от 29 июня 2021 г. N 762-П «О правилах осуществления перевода денежных средств» (с изменениями и дополнениями) [1].

Количество и объем платежных поручений сохраняют тенденцию роста за последние 6 лет. Так, в 2022 г. объем вырос в 1.52 раза, количество – почти в 1.7 раза по сравнению с 2021 г. Кроме этого можно заметить, что за последние пару лет увеличились объем и количество платежных документов как юридических, так и физических лиц [2].

Одной из проблем составления платежных поручений является человеческий фактор, из-за которого плательщик может потерять свои деньги, переведя их не на тот счёт. Кроме этого, отсутствие крупных проработанных кроссплатформенных портативных программных продуктов с открытым исходным кодом ограничивает применение преимуществ, которые предоставляет цифровизация бизнеса. Создание такого продукта будет способствовать исполнению инициативы Национального проекта «Цифровая экономика» - «Цифровые технологии». [3]

База данных информационной системы содержит настройки системы, реестр получателей и плательщиков, справочник банков. Настройки системы хранят следующие реквизиты: наименование распоряжения, код формы, вид операции. Реестр получателей и плательщиков формируется по мере использования системы в автоматическом режиме или вручную, содержит: номер счёта, суммы платежей, БИК, назначение платежа, ИНН, очередность оплаты, условие оплаты. Справочник БИК импортируется с сайта ЦБ РФ и обновляется при подключении системы к Интернету. Реестр получателей и плательщиков поддерживается справочником банков.

Разработанная система позволяет не только автоматизировано формировать платежные документы, но и выполнять форматно-логический контроль счетов, анализировать историю платежей. Открытость исходного кода и вариативность экспорта данных позволяет интегрировать систему в используемые предприятием ERP-решения.

#### Список литературы

1. Положение Банка России от 29 июня 2021 г. N 762-П «О правилах осуществления перевода денежных средств». URL: <https://www.cbr.ru/Queries/UniDbQuery/File/90134/2391> (Дата обращения 27.04.2023)

2. Платежи клиентов кредитных организаций с использованием платежных поручений, поступивших в кредитные организации, по способам поступления - Статистика национальной платежной системы. URL: <https://cbr.ru/Content/Document/File/105966/T11.xlsx> (Дата обращения 27.04.2023)
3. Цифровые технологии - Национальные проекты РФ. URL: <https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/projects/tsifrovaya-ekonomika/p-tsifrovye-tehnologii-p> (Дата обращения 27.04.2023)

### **УДК 339**

## **ПРИМЕНЕНИЕ EFM КАК ИНСТРУМЕНТА ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ КОМПАНИЙ**

Волчкова Е.О., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»  
ekaterinavolchkova@inbox.ru

Научный руководитель: Дробкова О.С., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Enterprise Feedback Management (EFM, управление обратной связью предприятия) – это система или процесс, который используют компании для сбора обратной связи от клиентов, сотрудников или стейкхолдеров, анализа этих данных и использования их для улучшения своих продуктов, услуг или сервиса. EFM обычно включает использование инструментов, таких как опросы, голосования и другие механизмы обратной связи для сбора данных, а также инструменты анализа данных, выявления тенденций, проблем или возможностей для улучшения. Отчеты, сформированные на основе полученной информации, помогают менеджерам в принятии более обоснованных решений.

EFM включает несколько концепций, которые помогают компаниям улучшать бизнес-процессы и повышать удовлетворенности клиентов. Среди ключевых концепций в EFM выделяют: Customer Experience (CX, клиентский опыт) - это концепция, связанная с опытом клиентов при взаимодействии с брендом или компанией, которая используется в EFM для лучшего понимания потребностей и требований клиентов; Net Promoter Score (NPS, индекс потребительской лояльности) - это метрика, используемая для измерения уровня лояльности клиента к бренду или компании и эффективности стратегии управления отношениями с клиентами; Voice of the Customer (VOC, «голос клиента») - это концепция, связанная со сбором обратной связи от клиентов относительно их опыта, требований и предложений по улучшению продуктов и процессов компании; Actionable Insights («полезные идеи») - концепция, используемая в EFM для обработки данных с целью нахождения критических проблем и разработки планов для улучшения процессов компаний; Closed-Loop Feedback (обратная связь замкнутого цикла) - это процесс обработки обратной связи клиентов, который предполагает получение и обработку обратной связи, а также информирование клиентов о принятых мерах. Closed-loop feedback в EFM состоит из нескольких элементов, каждый из которых играет важную роль в процессе обработки обратной связи и улучшения качества продукции или услуг. Основные этапы замкнутой цикловой обратной связи в EFM: сбор обратной связи через различные источники, такие как опросы, чаты, электронные письма, телефонные звонки и социальные медиа; на следующем этапе компания анализирует данные, предоставленные клиентами, и определяет их потребности и запросы, чтобы понять причины обращений; компания принимает решение о том, какие меры следует предпринять, чтобы удовлетворить запросы и потребности клиентов; на этапе отслеживания результатов

выявляется эффективность реализованных решений в улучшении качества продукции или услуг, компании часто используют статистические инструменты для отслеживания изменений; после выполнения всех этих этапов, компания обратно связывается с клиентами и сообщает им о принятых мерах и о том, каким образом недостатки были устранены.

Помимо этого, существуют методы Short Loop («короткая петля») и Long Loop («длинная петля»). Short loop – это быстрый и оперативный способ обработки обратной связи от клиентов, который позволяет незамедлительно получать и реагировать на проблемы и запросы клиентов. В этом случае, обратная связь собирается и обрабатывается в короткие сроки (обычно в режиме реального времени), что позволяет компании реагировать на озвученные проблемы и повышать уровень удовлетворенности клиентов.

Long loop – это более длительный и стратегический процесс, который позволяет компании собирать и анализировать обратную связь для определения глобальных тенденций и разработки долгосрочных стратегий улучшения процессов и продуктов. При использовании обоих методов, компания может быстро реагировать на текущие проблемы, а также строить фундамент для долгосрочных стратегий развития.

EFM и CRM (Customer Relationship Management, управление взаимоотношениями с клиентами) являются взаимосвязанными системами, которые помогают компаниям улучшить свои отношения с клиентами и общий бизнес-процесс. Распространенной является практика использования EFM в качестве дополнительного модуля к CRM, чтобы анализировать и управлять данными клиентов, обеспечивая более высокий уровень сервиса, путем улучшения продуктов и услуг. Использование EFM вместе с CRM может упростить процесс взаимодействия с клиентами и помочь компании более эффективно обрабатывать проблемы и получать предложения, которые со временем формируют бэклог на развитие.

#### Список литературы

1. What is Enterprise Feedback Management? URL: <https://inmoment.com/xi-terms/enterprise-feedback-management-efm/> (Дата обращения 30.03.2023).

#### УДК 338.2

#### УПРАВЛЕНИЕ КЛИЕНТООРИЕНТИРОВАННОСТЬЮ ОРГАНИЗАЦИИ

Гашникова Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

dasha\_gashnikova@mail.ru

Научный руководитель: Третьякова В.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

В современном мире исключительно важным для организации представляется её конкурентоспособность на рынке. Конкурентоспособность обеспечивается удовлетворением потребностей клиентов, «предвосхищением» их ожиданий, оперативным устранением факторов, способствующих негативному восприятию организации. Сотрудники организации должны понимать потребителя, знать, на каком уровне в сознании потребителя они находятся и как их организация может стать лучше. В таком случае компания сможет удовлетворить и свои потребности, обеспечивая благосостояние и долгосрочное существование на рынке.

Наличие данных составляющих успеха определяется показателем клиентоориентированности. Под термином «клиентоориентированность» следует понимать удовлетворение потребностей клиентов, способность вызывать положительные эмоции у потребителя и извлекать из этого прибыль [1].

Под управлением клиентоориентированностью понимается мониторинг организацией своей деятельности, измерение уровня её клиентоориентированности и разработка и реализация на основе полученных данных определенных мероприятий по повышению и поддержанию текущего уровня.

Разработка мероприятий, необходимых для улучшения показателя клиентоориентированности, осуществляется с помощью такого инструмента, как система сбалансированных показателей (ССП) [2]. Построенная СПП отражает текущую деятельность организации, связывая её цели и показатели, измеряющие достижение этих целей.

Выделим следующие этапы алгоритма управления клиентоориентированностью:

1. Разработка плана сбора данных. Сбор данных осуществляется с помощью анкетирования. Определяется количество респондентов со стороны потребителей и сотрудников, которое обеспечит репрезентативность выборки. Также разрабатывается план, учитывающий частоту опросов, и анкеты, с помощью которых осуществляется сбор информации, включающей данные о важности направлений деятельности, текущем уровне направлений деятельности, измеряющихся в баллах, а также о предложениях по изменениям.

2. Проведение анкетирования. Проводится анкетирование потребителей, а также сотрудников организации по одной и той же структуре анкеты.

3. Обработка полученных данных. Включает в себя расчёт показателей клиентоориентированности, учитывающих понимание сотрудниками уровня, на котором они находятся в глазах потребителей, и их приоритетов.

4. Отражение изменений в СПП. С помощью дерева целей, которое выстраивается через СПП, происходит увязка цели по повышению уровня клиентоориентированности с подцелями, выявляется перечень показателей подцелей, значения которых необходимо улучшить.

5. Разработка и реализация мероприятий. Определяются мероприятия, приоритетными являются наиболее важные для потребителя направления с наименьшим показателем по выполнению требований. Реализация мероприятий способствует повышению показателей подцелей, что положительно влияет на показатели клиентоориентированности.

Таким образом, происходит увязка целей на более высоком уровне с целями более низкого уровня, что обеспечивает топ-менеджменту понимание того, зачем нужно проведение тех или иных мероприятий и как оно влияет на достижение организацией своей миссии.

Цикличное использование данного алгоритма позволяет организации быть гибкой, своевременно меняться под нужды потребителя, а также предвосхищать его ожидания.

#### Список литературы

1. Доан М.Л. Качество сервиса и лояльность клиентов как конкурентные преимущества торгового предприятия // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. Вступление. Путь в науку. 2016. № 4 (16). С. 126–134.
2. Федорец Е.В. СПП - как ключ к успешному развитию организации // Экономика и социум. 2017. №10 (41). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ssp-kak-klyuch-k-ushpeshnomu-razvitiyu-organizatsii> (Дата обращения 11.04.2023)

**УДК 004:612**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ С НОСИМЫХ УСТРОЙСТВ В ИННОВАЦИОННОМ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВЕ**

Глинкина Э.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»  
glinkina.lina@mail.ru

Собко А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»  
Sobko\_111@mail.ru

Научный руководитель: Толикова Е.Э., д.э.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»  
Toleled@bmstu.ru

Использование нейросетей на основе данных носимых устройств становится все более популярным в инновационном предпринимательстве для анализа здоровья и кастомизации питания в соответствии с индивидуальными потребностями каждого человека. Умные часы, фитнес-браслеты и другие устройства для здоровья собирают множество данных о состоянии здоровья пользователя, которые могут быть использованы для улучшения здоровья и качества жизни человека с помощью нейросетей [1].

Нейросети представляют собой компьютерные системы, которые могут обрабатывать и анализировать большие объемы данных. В здравоохранении они могут использоваться для обработки данных, полученных от носимых устройств, таких как умные часы, фитнес-браслеты и другие устройства для здоровья. Например, нейросеть может анализировать данные о пульсе, давлении, количестве шагов и уровне стресса и предоставлять персонализированные рекомендации, основанные на индивидуальных потребностях каждого человека [2].

Также нейросети могут использоваться для улучшения эффективности и инновационного потенциала в различных сферах предпринимательства. Они могут помочь сократить время, затрачиваемое на анализ больших объемов данных, что может быть полезно в маркетинге и принятии решений на основе данных. Нейросети также могут использоваться для разработки инновационных продуктов и услуг, которые будут более точно соответствовать потребностям конкретных групп потребителей [3].

Использование нейросетей в инновационном предпринимательстве представляет собой один из ключевых факторов успеха в этой области. Это подчеркивает необходимость дальнейшего исследования и развития технологий нейросетей, а также их внедрения в различные сферы предпринимательства.

Таким образом, нейросети могут существенно улучшить здоровье и качество жизни людей, а также стимулировать инновационное предпринимательство. Но необходимо учитывать, что использование нейросетей может вызывать определенные риски, такие как утечка данных и нарушение конфиденциальности. Поэтому важно обеспечивать надежную защиту данных и создавать соответствующие правила и регулирования для их использования.

Кроме того, для полного реализации потенциала нейросетей в предпринимательстве необходимо уделять внимание их этическим и социальным аспектам, таким как исключение дискриминации и защита прав потребителей. Только так мы можем гарантировать, что применение нейросетей в предпринимательстве будет способствовать общественной пользе и социально-экономическому развитию.



## Список литературы

1. Казаков К.В., Морозова Н.В. Нейросетевые модели для анализа данных датчиков здоровья // Материалы Всероссийской научной конференции «Интеллектуальные системы управления-2019» (Пермь, 12-18 октября 2020г.). Пермь: Издательство Пермского государственного национального исследовательского университета. 2020. С. 251-256.
2. Кузнецов К.В., Молчанова О.В., Смирнова И.В. Применение методов машинного обучения для анализа данных мониторинга здоровья с использованием носимых устройств // Медицинская техника. 2020. №1. С. 23-29.
3. Краснов А.А., Сухинин А.А. Применение нейронных сетей для анализа данных здоровья, полученных с носимых устройств // Компьютерные инструменты в образовании. 2021. № 2. С. 84-91.

**УДК 339.5****СТРАТЕГИЯ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Губина Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

0115200@mail.ru

Научный руководитель: Рыбина Г.А., к.э.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

До 2022 года рынок товаров и услуг в России был переполнен предложениями западных компаний, которые пользовались наибольшим спросом из-за лучшего качества или отсутствия достойных аналогов среди отечественных товаров. После того, как крупнейшие иностранные компании приняли решение об уходе с российского рынка, экономика нашей страны взяла курс на импортозамещение и поддержку отечественных производителей, товары которых могут стать достойными конкурентами и аналогами западной продукции.

Импортозамещение – это стратегия ведения политики, нацеленная на замену импортных товаров аналогами собственного производства [1]. Необходимость противостояния зарубежным санкциям только подтолкнула к необходимости ускорения внедрения импортозамещения, однако не стала фундаментом для основной работы. Впервые о данном термине в России заговорили в конце 2000 годов, во время создания крупных госкорпораций (Ростех, Роснано, Росатом). В 2014 году первые западные санкции против России, вызванные присоединением Крыма, привели к тому, что стратегия импортозамещения усилилась и стала приоритетным направлением деятельности в экономике. Ситуация с импортом на тот момент в некоторых областях промышленности была тяжелой: в станкостроении доля импорта была приблизительно 90 %, в тяжелом машиностроении – 70 %, в нефтегазовом оборудовании – 60 %, в сельхозмашиностроении – от 50 до 90 %, в самолетостроении – более 80 % [2]. Первые решения по развитию импортозамещения были приняты в сельском хозяйстве. Аналогичные планы также интегрировали во многие сектора промышленности. К началу 2022 года удалось достигнуть определенных результатов. Так, в секторе сельского хозяйства и пищевой промышленности доля импорта значительно сократилась. Страна перешла на полное самообеспечение, производя в полном объеме зерно, мясо и рыбу. Однако значимые проблемы есть в секторах фармацевтики, IT-сферы, тяжелого машиностроения, станкостроения. Среди непродовольственных товаров розничной торговли (одежда, обувь, электроника) доля импорта возросла. Не удалось достигнуть

успехов в IT-отрасли, зависимость от импорта составляет больше 90%. Российская промышленность производит до 60% комплектующих для иностранных автомобильных брендов, но не 93%, как планировалось. Сейчас, учитывая количество санкций, применяемых в отношении России, импортозамещение и налаживание отечественных производств стало первостепенной задачей российской экономики.

В 2023 году подход к политике импортозамещения изменился. Если до февраля при запуске проектов учитывалась экономическая обоснованность проектов, их рентабельность, то в настоящее время, в более сложных экономических условиях необходимо в ускоренном режиме выпускать российскую продукцию. Такая установка открыла доступ к большому числу направлений в различных отраслях. Если стратегию импортозамещения провести правильно, она может стать существенным толчком к прогрессу в ведущих секторах страны и обеспечить экономический рост на много лет. Замещение иностранных технологий, а также товаров и услуг российскими аналогами сможет сделать Россию более конкурентоспособной и независимой от иностранного импорта в условиях геополитической ситуации.

#### Список литературы:

1. Программа импортозамещения в России: что это такое, стратегия и политика. URL: <https://www.cleverence.ru/articles/biznes/programma-importozameshcheniya-v-rossii-chto-eto-takoe-strategiya-i-politika/> (Дата обращения 02.04.2023)
2. Медведев: курс на импортозамещение должен учитывать международные обязательства РФ. URL: <https://tass.ru/ekonomika/1878893> (Дата обращения 02.04.2023)

#### УДК 330.45

### **ИННОВАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ОЖИДАЕМОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРСониФИЦИРОВАННЫХ ПЕНСИОННЫХ СЧЕТОВ**

Дрынкин С.Г., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

[drynkinstepan@yandex.ru](mailto:drynkinstepan@yandex.ru)

Научный руководитель: Костырин Е.В., д.э.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Международной организацией, которая регулирует вопросы пенсионного обеспечения, является Международная организация труда (далее – МОТ). Организация была создана в 1919 году и представляет собой особое агентство, входящее в систему ООН и занимающееся продвижением прав человека и гражданина, продвижением социальной справедливости.

МОТ разработала и выпустила несколько документов, которые устанавливают определённые требования к пенсионному обеспечению. Одним из них является, в частности, Конвенция № 102 «О минимальных нормах социального обеспечения». [1]

Рассмотрев данную Конвенцию, можно сделать вывод о том, что пенсионная система России в настоящее время не соответствует четырем из семи требований МОТ, которые касаются пенсионного обеспечения граждан.

Для решения данной проблемы представим инновационную модель, с использованием которой производится моделирование экономического эффекта от внедрения персонифицированных пенсионных счетов (ППС).

$$\sum \Phi P_{ij} = \frac{Ч_{тр} * 3П_{ср} * \tau}{\sum p_i} - СП_{ср} + \sum \Delta_{\phi} \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\sum p_i = \frac{\sum СВ}{\sum Отч_{ij}}, \quad (2)$$

$$\sum O = Ч_{тр} * \sum O_{ПФР}, \quad (3)$$

$$O_{ср} = \frac{\sum O}{\sum p_i} \quad (4)$$

$$3П_{ср} = \frac{\Phi_{зп}}{ССЧ} \quad (5)$$

$$O_{\phi ij} = O_{ср} - СП_{ср} \quad (6)$$

В разработанной экономико-математической модели использованы следующие обозначения:  $3П_{ср}$  – средняя заработная плата в стране, руб. в год;  $\Phi_{зп}$  – фонд начисленной зарплаты по России, руб.;  $ССЧ$  – среднесписочная численность работников по России, чел.;  $t_{отч}$  – количество месяцев за отчетный период;  $\tau$  – ставка отчислений в ПФР от фонда оплаты труда, доли ед.;  $\sum p_i$  – число пенсионеров в стране, делающих отчисления в ПФР при переходе на ППС, чел.;  $\sum СВ$  – общая сумма страховых взносов в ПФР, руб.;  $\sum Отч_{ij}$  – объем накопленных финансов  $i$ -го пенсионера при использовании ППС, руб.;  $\sum O$  – общая величина отчислений всех трудящихся граждан при использовании ППС, руб.;  $Ч_{тр}$  – общая численность трудоспособных, чел.;  $\sum O_{ПФР}$  – общий бюджет ПФР, руб.;  $O_{ср}$  – средний размер отчислений, производимых трудоспособными гражданами в ПФР, руб.;  $O_{\phi ij}$  – объем накопленных финансов  $i$ -го пенсионера при использовании ППС, руб.;  $СП_{ср}$  – средний размер страховой пенсии, руб.;  $\sum \Delta_{\phi}$  – эффект от прекращения «теневого» занятости, руб.;  $\sum \Phi P_{ij}$  – суммарный финансовый результат от использования ППС, руб.

Базой для нахождения всех перечисленных данных выступают открытые источники (в том числе данные Росстата, официальная статистика ПФР, Министерства финансов, Министерства труда и социальной защиты) либо собственные расчеты. [2, 3]

По результатам апробации разработанной экономико-математической модели можно сделать выводы:

1. Внедрение системы персонифицированных счетов – эффективный инструмент борьбы с бедностью в стране. Кроме того, она способствует росту доходов российского населения. Персонифицированные счета – это прямая мотивация трудящихся граждан к высокопроизводительному и официальному труду. Кроме того, эта система помогает населению брать ответственность за собственное будущее в свои руки. Данные выводы были подтверждены результатами моделирования экономического эффекта от использования таких счетов в РФ.

2. Инновационная модель пенсионного обеспечения граждан позволяет застрахованным лицам накапливать внушительное количество финансовых ресурсов, которые российская экономика сможет использовать для своего внутреннего развития.

3. Использование персонифицированных счетов также борется с коррупцией, поскольку все социальные денежные отчисления будут поступать напрямую трудящимся. Средства не будут «проходить» через различные фонды или страховые фирмы, т.е. риск разворовывания значительно снижается.

#### Список литературы

1. Конвенция № 102 Международной организации труда «О минимальных нормах социального обеспечения». URL:

[https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_347616/?ysclid=li8mt1anj5274067218](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_347616/?ysclid=li8mt1anj5274067218) (Дата обращения 02.03.2023)

2. Общая численность пенсионеров в Российской Федерации. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13877> (Дата обращения 02.03.2023)
3. Пенсионный фонд Российской Федерации. URL: <https://pfr.gov.ru/opendata> (Дата обращения 02.03.2023)

## **УДК 004.9**

### **МАРКЕТИНГОВАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АНАЛИЗА БИЗНЕСА**

Ефименко О.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

[olesyaefimenko28@gmail.com](mailto:olesyaefimenko28@gmail.com)

Научный руководитель: Самохвалов А.Э., к.э.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Современное предприятие невозможно представить без отдела маркетинга, так как именно благодаря ему акционеры и руководители определяют стратегию развития бизнеса. Отдел проводит анализ рынка, определяет способы повышения конкурентоспособности продукции, обеспечения рентабельности фирмы, увеличения прибыли.

Маркетинговая информационная система (МИС) предназначена в первую очередь для расчета экономических показателей фирмы и их аналитической оценки, и уже на основе полученных данных формируется комплексный отчет для принятия управленческих решений (маркетинговая стратегия). При этом информация на выходе должна быть точной, актуальной и достоверной. Данные на входе и выходе проходят форматно-логический контроль. Вычисляются основные показатели бизнеса: оборот (доход); маржа (валовая прибыль); из первых двух складывается чистая прибыль; показатель окупаемости рекламной кампании (ROI); запрос на услуги; емкость рынка; данные о конкурентах; количество продаж; средний чек; цена продукта при продаже; себестоимость продукции; конверсия 1 (процент от людей, охваченных рекламой, к заинтересованным потребителям); конверсия 2 (отношение клиентов, сделавших покупку, к числу заинтересованных людей); лид (количество потенциальных клиентов); трафик (количество людей, охваченных рекламой); LTV (пожизненная ценность – показывает потенциальный доход, который нам обеспечит клиент за время работы с ним) и другие.

Для оценки показателей используются данные о конкурентах, которые импортируются из открытых баз данных Федеральной налоговой службы РФ. С их помощью можно напрямую сравнить цены на товары, чистую прибыль и валовую прибыль.

Если расчетные показатели ниже нормы, то система предлагает пути их повышения. Если выше нормы, то формирует маркетинговую стратегию для поддержания ситуации на оптимальном уровне. Если показатели в норме, то МИС прогнозирует возможные проблемы, с которыми может столкнуться фирма.

Данная маркетинговая система является минимально жизнеспособным продуктом (MVP), в котором реализован модуль создания маркетинговой стратегии на основе показателей предприятия. В перспективах развития проекта: добавить модуль анализа конкурентов, модуль планирования бюджета деятельности, а также модуль с элементами digital-маркетинга с привязкой к веб-сервису для взаимодействия с клиентами.

## Список литературы

1. Юрьев В.Н., Кульков И.А. Информационные системы в маркетинговой деятельности // Прикладная информатика. 2006. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-sistemy-v-marketingovoy-deyatelnosti> (Дата обращения 25.04.2023).
2. Покрышкин С. Зубастый маркетинг: как увеличить прибыль в бизнесе. Ростов н/Д: Изд-во «Феникс», 2023. 255 с.

**УДК 330.101.54****РОЛЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ МОНОПОЛИЙ В ЭКОНОМИКЕ РОССИИ**

Жаркова Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»  
ezharkova03@mail.ru

Научный руководитель: Соколова Д.И., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Естественная монополия — это ситуация на рынке, при которой удовлетворение спроса на этом рынке эффективнее в отсутствие конкуренции в силу технологических особенностей производства, благодаря наличию естественных барьеров входа на рынок. Такие барьеры могут быть связаны с высокими затратами на инфраструктуру, экономией масштаба, особенностями технологии производства и т.д. При этом продукция, производимая субъектами естественной монополии, не имеет заменителей и спрос на нее неэластичный.

Естественные монополии являются важным фактором, воздействующим на экономику страны и ее устойчивость. Существенное влияние на социальную сферу и способность восполнения провалов рынка наделили данные компании особой значимостью даже в рыночных экономических системах. Поэтому изучение их роли и основы эффективного функционирования в современных условиях актуально для исследования.

Роль естественных монополий в экономике конкретной страны может быть оценена по некоторым функциям [1]:

- Социальная функция. Как правило, компании, субъекты естественных монополий, организуют свою деятельность в наиболее значимых с точки зрения жизнеобеспечения и развития общества сферах, таких как передача теплоэнергии, железнодорожные грузовые и пассажирские перевозки, централизованное водо- и теплоснабжение и др.

- Инфраструктурная функция. Субъекты естественных монополий России образуют инфраструктуру страны посредством автомобильных и железных дорог, ЛЭП, водо-, газо- и нефтепровода.

- Бюджетообразующая функция. В результате осуществления своей деятельности, компании-монополисты платят внушительные суммы налогов. Особое место в федеральном бюджете занимают энергетическая и сырьевая отрасли [2].

- Обеспечение единого экономического пространства. Естественные монополии характеризуются сетевой структурой. Покрытие страны такими инфраструктурными сетями обуславливает объединение всех частей страны в неделимую экономическую систему, то есть поддерживает единое экономическое пространство в стране, ее целостность.

– Развитие мировой торговли. Естественные монополии обеспечивают инфраструктурную связь не только внутри отдельно взятой страны, но и на уровне соединения с другими странами. Следовательно роль компаний-монополистов в России заключается так же во включении страны в международную экономическую систему.

Важным условием эффективного функционирования естественных монополий в любой стране выступает их государственное регулирование. Целью такого регулирования в первую очередь выступает недопущение создания таких дискриминационных условий рынка, которые навредили бы и потребителям, и всей экономической системе в целом. Для этого в Российской Федерации функционирует такой орган исполнительной власти, как Федеральная Антимонопольная Служба (ФАС), которая мониторит нарушения законодательства и предпринимает меры в защиту интересов участников рынка [3].

На данный момент естественными монополиями в России являются ПАО «Газпром», ОАО «РЖД», РАО «ЕЭС России», АО «Почта России», ПАО «Транснефть». Также в каждом регионе страны существуют свои локальные монополисты, поставляющие тепловую и электрическую энергию, обеспечивающие водоснабжение и водоотведение [3].

Явление естественных монополий присутствует и в других странах мира. К примеру, в Европейском Союзе на рынке преобладают такие компании, как «Deutsche Bahn» (Германия), «Rail Cargo Austria» (Австрия). Пример компании-естественного монополиста можно найти и в США. Alabama Power Company обеспечивает электроэнергию 1,4 миллионам клиентов в южных двух третях штата Алабама. Это одна из четырех американских компаний, входящих в Southern Company, одним из крупнейших в стране генераторов электроэнергии.

В результате проведенной работы сформулирован вывод: естественные монополии играют важную, но неоднозначную роль в экономиках многих стран мира и, в частности, в экономике России. Несмотря на большое количество положительных сторон их существования, необходимым является государственное регулирование, которое призвано для избежания и уменьшения отрицательных результатов деятельности компаний данного типа, возникающих в связи со злоупотреблением монопольным положением.

#### Список литературы

1. Шамаев И.Н. Роль и место естественных монополий в российской экономике // Вестник ТГУ. 2011. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-i-mesto-estestvennyh-monopoliy-v-rossiyskoj-ekonomike> (Дата обращения 01.04.2023)
2. Открытый журнал. Объем доходов федерального бюджета по итогам 2021 года вырос на 35% URL: <https://journal.open-broker.ru/research/obem-dohodov-federalnogo-byudzheta-vyros/?ysclid=lh3cmuute7247449272> (Дата обращения 01.04.2023)
3. Федеральная антимонопольная служба РФ: официальный сайт. URL: <https://fas.gov.ru/spheres/2> (Дата обращения 01.04.2023)

УДК 658.5.011

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Завозина О.Ю., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

zaitseva.ou@bmstu.ru

Научный руководитель: Захаров М.Н., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Отрасль машиностроения в России в настоящее время претерпевает значительные изменения в ходе экономических и политических событий. С рынка уходят зарубежные производители, и во многих отраслях возникает задача импортозамещения. Отечественные производители долгое время держали малую часть рынков сбыта и теперь имеют возможность заместить своей продукцией освободившийся рынок. Зарубежные производители предлагали качественную продукцию по существенной цене, и перед производителями стоит выбор либо модернизировать производство, тем самым получить возможность продавать более качественную продукцию по большей цене, или попасть в ряды производителей низкого качества. Возникает необходимость в оценке эффективности организации предприятия при выборе дальнейшей стратегии управления и модернизации.

Для машиностроительных производств применяют различные инструменты и подходы к модернизации. Наиболее известные из них [1]: Стандартизация по ИСО 9000 (уже применяется большинством производителей в России); TQM (Всеобщий контроль качества); 5S (5 шагов в основе визуализация рабочего места); USM (диагностика производственных процессов); TPM (Всеобщее обслуживание оборудования); Just-In-Time (Канбан); CALS технологии (включают CAE, CAD, PDM, CAM, ERP, MRP, CRM, CPC, MES системы автоматизации); SMEP (технология быстрой переналадки оборудования).

На основе анализа различных методов модернизации производства были выбраны следующие наиболее распространенные показатели: количество жалоб, процент несвоевременной доставки, занимаемые площади, сохранность сырья, время на поиск оборудования, время на поиск инструментов и материала, время на движение сотрудников по цеху, межоперационное время простоя оборудования, время на переналадку оборудования, объем отходов, дефекты незавершенного производства, дефекты конечной продукции.

Информативность каждого отдельного показателя ограничена, чаще всего выявляются количественные показатели тех или иных проблем. Однако реальную структурно-логическую взаимосвязь между внешними факторами и проблемами производства, может раскрыть комплексная система таких показателей. Обычно системы показателей образуют иерархическую структуру, в которой каждый элемент влияет на конечный результат определенным образом.

Примером такой структуры является метод анализа эффективности хозяйственной деятельности предприятия по модели ДюПонт [2]. Модель представляет собой древовидную структуру финансовых показателей производственной деятельности, вершиной которой является показатель рентабельности инвестированного капитала (ROI). Рентабельность определяется отношением чистой прибыли к инвестированному капиталу:

$$ROI = \frac{\text{Чистая прибыль}}{\text{Инвестированный капитал}} = \frac{\text{Прибыль}}{\text{Оборот}} \times \frac{\text{Оборот}}{\text{Инвестированный капитал}} = \text{Рентабельность оборота} \times \text{Оборачиваемость капитала}$$

Разделив таким образом главный показатель, на основе частей диаграммы можно рассчитать: финансовый рычаг, оборачиваемость капитала и операционную рентабельность (норму прибыли) для конкретного предприятия. Эти показатели помогают комплексно оценить организационную деятельность предприятия и сделать выводы по дальнейшему выпуску продукции. Однако, система показателей ДюПонт имеет ограниченную оценку взаимосвязи эффективности производства и качества продукции.

В связи с этим предлагается ввести показатели, выбранные на основе анализа методов модернизации производства в нижние структурные слои диаграммы. Например, объем отходов, дефекты конечной продукции и дефекты незавершенного производства влияют на показатель технологических потерь  $S_n$ . Технологические потери снижают объем оборотных средств в производстве, то есть влияют на оборачиваемость капитала. Тем самым, если растет показатель  $S_n$ , то ROI падает, что указывает на снижение эффективности предприятия.

В современной практике анализа хозяйственной деятельности все большее предпочтение отдается не отдельным показателям, а их системам, связанным в логически смысловую цепочку, когда каждый последующий показатель вытекает из предыдущего. Следовательно, предприятиям машиностроительной отрасли рекомендуется учитывать системный показатель качества продукции, с учетом влияющих на него производственных факторов.

#### Список литературы

1. Манираки А.А., Сериков Д.Ю., Гаффанов Р.Ф. Анализ методов модернизации промышленных предприятий // Сфера. Нефть и Газ. 2018. № 5(67). С. 28-32.
2. Захаров М.Н. Контроль и минимизация затрат предприятия в системе логистики: учебное пособие. М: Изд-во «Экзамен», 2006. 99 с.

#### УДК 658

### ОПТИМИЗАЦИОННОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЛОГИСТИКЕ

Зайниев Р.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

romzay270304@mail.ru

Научный руководитель: Найдис О.А., к.э.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

В настоящее время существует множество способов моделирования логистических систем и их потоков, позволяющих совершить анализ методов улучшения экономических, временных и других показателей. Однако, в связи с широким распространением современных технологий, активным развитием нейронных сетей и вычислительной мощности ЭВМ, особую перспективность показывает сочетание оптимизационного и имитационного моделирования. Оба способа дают возможность без риска оценить эффект от принимаемых решений до инвестиций и изменений логистической сети, позволяют рассмотреть и просчитать колоссальное количество вариантов функционирования всех элементов логистической системы. Современные технологии увеличивают возможности использования данных моделирования, в связи с проработкой мельчайших деталей на всех уровнях. Рассмотрим суть оптимизационного и имитационного моделирования.

Оптимизационное моделирование – это математический метод, базирующийся на создании системы уравнений с множеством различных переменных, решением которого



будет являться глобальный оптимум в ограниченном пространстве вариантов. Его эффективность зависит от профессиональности эксперта, создающего данную систему уравнений, ведь нужно учесть большое количество факторов, так или иначе влияющих на логистическую систему. Однако, современные технологии существенно облегчают задачу человеку, устраняя упущения в системе уравнений, добавляя элементы и переменные, а также модернизируя и преобразуя конечную систему. Так, к примеру, в поиске глобального оптимума может помочь технология AI – постоянно обучающаяся нейронная сеть. Если правильно задать начальные параметры и описать ситуацию, AI дополнит и уточнит неочевидные для человека моменты, структурируя исходные данные. Для решения подобных систем уравнения необходимо перебрать массив полученных переменных в заданном ограниченном пространстве, с чем можно благополучно справиться, используя мощность современных ЭВМ, которые уже показали себя в работе с большими данными.

Имитационное моделирование - воспроизведение поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между ее элементами с целью выбора лучшего сценария из заданных условий. С помощью данного моделирования эксперты могут воссоздать поведение логистической системы, выделить аспекты, нуждающиеся в исправлении или модернизации. В помощь человеку при использовании данного метода приходят современные технологии 3D моделирования – благодаря им появляется возможность создать графическую копию здания, дороги, автомобиля, грузов и сотрудников предприятия. Это позволит наблюдать за различными вариантами функционирования логистической системы в условиях, наиболее приближенным к реальности, без финансовых затрат на реализацию процесса.

Сочетание описанных методов позволяет рассмотреть колоссальное множество вариантов цепей поставок, а после проверить их на целесообразность, имитировав деятельность определенных элементов логистической системы и визуально подтвердить работоспособность последней. Логистическую сеть в этом случае анализируют на стратегическом уровне за счет операционного моделирования и на тактическом, операционном уровнях благодаря имитационному моделированию. Оба метода продолжают набирать эффективность на почве развития современных технологий и будут оставаться крайне актуальными способами моделирования в логистике.

#### Список литературы

1. Мищенко А.В., Иванова А.В. Оптимизационные модели управления ограниченными ресурсами в логистике. М.: ИНФРА-М, 2021. 253 с.
2. Тазюков Н.И., Семькин А.О., Суетина Т.А. Использование имитационного моделирования в логистике и моделировании цепей поставок // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности. Казань: ООО «Конверт». 2020. С. 15-17.
3. Лычкина Н.Н. Инновационные парадигмы имитационного моделирования и их применение в сфере управленческого консалтинга, логистики и стратегического менеджмента // Логистика и управление цепями поставок. 2013. №5 (58). С. 28-41.

УДК 65.012

## **ОБЗОР ПОДХОДОВ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА**

Зуева Е.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

ekaterina.zueva.03@mail.ru

Научный руководитель: Шиболденков В.А., к.э.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

В последнее время многие документы, определяющие стратегию развития страны, содержат рассмотрение вопросов построения инновационной экономики, национальной инновационной системы, инновационной инфраструктуры, повышения инновационной активности как отдельных предприятий, так и населения в целом. Однако мало где учитывается, что цель создания подобных систем, баз данных, программ и т.д. — обеспечивать реализацию инновационного процесса, по сути, реализацию инноваций и радикально новой продукции. Инновационный процесс представляет собой сложные взаимосвязи и последовательности этапов создания, освоения и распространения новшеств, которые не имеют полного отображения ни в одной модели [1]. В связи с инновационным сценарием развития и фактом, что каждый этап процесса создания инноваций имеет специализированный набор требований, методов и средств, которые в полной мере, начиная с получения знаний и заканчивая потреблением не отражены в отдельно взятых инновационных моделях, которые в свою очередь не характеризуют специфику инновационного процесса и его отличие от производственного, сосредотачиваясь лишь на отдельных сторонах, необходимо создание структурной модели инновационного процесса в целях объединения различных подходов к инновационному процессу. Это позволит учитывать все факторы, влияющие на инновационный процесс, проще компоновать различные функциональные элементы инновационных моделей для построения более эффективной работы в рамках конкретного предприятия.

Разработка инновационных моделей началась в XX веке. Рой Ротуэлл предложил классификацию, выделив 5 поколений.

С середины 1950-х до начала 1960-х активно использовалась линейная модель первого поколения (G1): «technology push», основанная на развитии НИОКР, что превратило процесс в «черный ящик» (Black Box) [2, 3]. С этапа фундаментальных разработок исследования иногда передавались на производство, а рынок выступал в роле потребителя.

Из-за ощутимых недостатков первой модели на рубеже 1960–1970 годов предлагается модель второго поколения (G2): модель «рыночного притяжения инноваций», market pull [2]. Инновации перестали быть чистым результатом идей НИОКР, а толчком к разработкам стал рыночный спрос. Сохранялась линейность особенно в государственных и университетских лабораториях [3].

Была выявлена необходимость более тесного сотрудничества НИОКР с производством на различных этапах и обращения к существующим технологиям. В 1970-х – 1980-х гг. появляется интерактивная модель из разработок сопряженной модели Р. Ротуэла (coupling model) и цепной модели Клайна-Розенберга (chain-link model). Модель G3 отличается обратными связями, особенно между научно-технической деятельностью и рыночным спросом, однако остается линейной. Интерактивные модели более явно выделили внутренний и внешний типы взаимодействия [2].

В середине 1980-х появляется модель (G4), основанная на более тесной связи производства с потребителями и поставщиками, а также усилении взаимодействия отделов корпораций. Интегрированные подразделения предприятий осуществляли параллельную деятельность по развитию нового продукта в разных направлениях.

В 1990-х происходило ускорение инновационных процессов, что привело к переходу от интеграции к созданию сетей. Модели (G5): стратегических сетей, strategic networking model основаны на взаимодействии различных институтов. Необходимо объединять департаменты внутри компании, и развивать сетевое взаимодействие между ними, а также с другими источниками знаний. Основа модели — информационные и коммуникационные технологий (ICT) для укрепления горизонтальных и вертикальных, внутренних и внешних связей предприятия. Ключевой стратегический фактор — информация.

Также были разработаны модели отбора идей, в целях экономии ресурсов на нежизнеспособных проектах. С. Уйлрайтом и К. Кларком — модель «Воронка», отбор посредством фильтров. А Роберт Купер, разработал модель «Ворота» с определенным набором действий на каждом межфункциональном этапе, выполняемых параллельно членами разных департаментов корпорации.

Шестым поколением инновационных моделей считается “Big Picture©” разработанная доктором Хансом Лерхером, описывающая комплексный подход. В настоящее время в компаниях популярны такие современные инновационные модели как модель Купера, модель Плешака и модель Коэна.

Особенности отдельных инновационных моделей создают трудности на пути реализации инноваций. Структурная инновационная модель поможет уменьшить компаниям проблемные участки, в которых, из-за приверженности одной модели, возникают сбои, порождающие временные задержки в реализации инноваций и снижение конкурентоспособности компании на рынке. Этого можно достигнуть путем комбинирования функциональных блоков различных моделей, подходящих для реализации определенной инновации в конкретных условиях.

#### Список литературы

1. Гольберт В.В. Структурная модель инновационного процесса // Управление наукой и наукометрия. 2008. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/strukturnaya-model-innovatsionnogo-protsessa> (Дата обращения 22.04.2023).
2. Пострелова А.В. Эволюция моделей инновационного процесса // Вестник университета. 2013. №18. С. 58-63.
3. Тебекина А.А., Тебекин А.В., «Эволюция развития моделей инновационного процесса» // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2015. №3. С. 133-140.

#### УДК 008

#### **ХАРАКТЕРИСТИКА ФИНАНСОВЫХ ИННОВАЦИЙ В СФЕРЕ КРЕДИТОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ НА ПРИМЕРЕ ПРИЛОЖЕНИЯ LENDSBAY**

Ильина Э.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»  
elly0810@mail.ru

Научный руководитель: Соколов Е.В., д.э.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

В данной статье рассматривается характеристика финансовых инноваций, каких

видов они бывают и какую пользу они несут для самих клиентов в сфере кредитования.

Термин «финансовые инновации» представляет собой внедрение новых методов работы компании для совершенствования клиентского обслуживания и увеличения преимуществ перед конкурентами в данной среде.

Финансовые инновации подразделяются на несколько видов: 1) по времени (краткосрочные или долгосрочные); 2) по причине зарождения (стратегические и реактивные); 3) по объему воздействия (точечные и системные); 4) в зависимости от сферы внедрения (инфотехнологические, продуктовые и организационные); 5) по влиянию нового продукта на поведение потребителей (адаптивная, функциональная и фундаментальная) [1].

В современном мире появляется множество различных инноваций и их число только растет. Это связано с тем, что человечество сейчас живет в цифровом мире и появляется множество различных нововведений на сайтах каких-либо компаний или приложений на мобильный телефон с удобным и понятным интерфейсом. Одну из таких технологий разработал основатель компании Suretly – Евгений Лобачев и его команда. Они создали приложение Lendsbay, которое позволяет помогает пользователям занимать и давать деньги займы на выгодных условиях. Ориентировано на физических лиц. Технология позволяет оставить на площадке заявку на получение средств или, наоборот, в качестве инвестора предложить заемщику свои средства под процент. Все пользователи проходят верификацию удаленно, регистрация в приложении подразумевает необходимость внесения паспортных и других данных.

Одновременно приложение может служить инструментом для оформления долга со знакомым человеком или трекером для отслеживания и ведения всех кредитов или долгов в одном месте. При оформлении займа автоматически создается юридический договор. В случае просрочки займ переходит в коллекторское агентство.

Как один из первопроходцев рынка, на котором развивается Lendsbay, предприниматель называет главные сложности для масштабирования подобных проектов: юридическая обвязка для работы сервиса в разных регионах, а также отсутствие прорывных решений в скоринге и антифроде — оценке кредитоспособности и финансовых транзакций на предмет потенциального мошенничества.

В результате такой сервис со временем неизбежно ждет переформатирование юридической модели, если компания успеет накопить и привлечь достаточное количество капитала, отмечает Евгений Лобачев [2].

#### Список литературы

1. Просалова В.С., Никитина А.А. Понятие банковских инноваций и их классификация / Институт Государственного управления, права и инновационных технологий (ИГУПИТ) // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2013. №1. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/40evn113.pdf> (Дата обращения 15.03.2023)
2. Жигач А. 10 новичков российского FinTech // RB.RU. 2021. URL: <https://rb.ru/story/10-novichkov-rossijskogo-fintech/> (Дата обращения 15.03.2023)

**УДК 004.01****ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В ЭКСПЕДИТОРСКИЕ КОМПАНИИ**

Карпова С.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

SvetlanaKar.ru@yandex.ru

Научный руководитель: Третьякова В.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Применение современных информационных технологий и различных систем обмена электронной документацией как внутри компании, так и между организациями, и с государственными органами является ключевым направлением совершенствования процесса доставки грузов в логистических компаниях. С каждым годом увеличивается число транспортных и экспедиторских компаний, которые начинают использовать всевозможные продукты технологического прогресса, помогающие сократить логистические затраты или улучшить другие показатели деятельности компании [1].

С увеличением количества перевозочных документов в компаниях возникает необходимость оптимизации бизнес-процессов и перевода документооборота в электронный формат.

Предпосылками к внедрению систем электронного документооборота в экспедиторских компаниях являются:

1. большие сроки по обмену документами;
2. ошибки при подписании транспортных накладных;
3. отсутствие места в архиве для хранения транспортных накладных;
4. потеря и порча транспортных накладных при перевозке.

На данный момент для транспортных компаний появились различные варианты передачи и обработки перевозочных документов. Главное изменение заключается в предоставлении бизнесу возможности оформлять перевозочные и сопутствующие им документы в электронном виде без дублирования их на бумажном носителе.

Сейчас документирование перевозок отнимает у компаний и предпринимателей немало времени. Переход на электронную систему решает ряд проблем, которые экспедиторские компании испытывают при работе с бумажным документооборотом. Внедрение ЭДО в подобные компании позволит:

- сократить время, которое затрачивается на передачу документов, внесение корректив, согласование и подписание, даже если контрагент находится в другом городе или другой стране;
- сократить количество ошибок при подписании транспортных накладных и время по их исправлению, благодаря системе, которая самостоятельно уведомляет о внесении некорректных данных в транспортные накладные и указывает пункт, который необходимо исправить;
- отказаться от архивных площадей и организовать хранение документов на облачном носителе, доступ к которому имеется как у компаний, так и у государственных ведомств;
- обеспечить сохранность и безопасность документов в системе, устранить возможность потери и сократить время его поиска.

При внедрении цифровой логистики на основе юридически признанного электронного документооборота время от «заказа до оплаты» с электронными документами сократится на 20 %, издержки снизятся на 35 %, бизнес-процессы ускорятся на 60 %, а количество транзакций с ошибками уменьшится на 30%. Данные показатели

свидетельствуют об эффективности применения систем ЭДО в экспедиторских компаниях [2].

#### Список литературы

1. Шульмина А.И. Цифровизация в логистике // Экономика и бизнес: теория и практика. 2020. № 12-3. С. 220-223.
2. Исмаилова Ф.Н. Электронный документооборот в грузоперевозках: возможности и перспективы // УЭПС. 2021. №2. С. 8-11.

#### УДК 658.274

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА РАБОТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ**

Каштанова Ю.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

kashtanovayulia128@mail.ru

Научный руководитель: Самохвалов А.Э., к.э.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Строительные машины – это средства механизации, предназначенные для выполнения строительных работ. Среди них по цели использования выделяют строительные машины для производства подготовительных, земляных, дорожных, буровых, сваебойных, арматурных, бетонных и других видов работ. Оборудование и механизмы при использовании подвергаются износу, который ухудшает показатели эффективности труда. Именно физический износ является наиболее распространенной причиной снижения долговечности рабочих элементов (механический износ, коррозия, эрозия, старение материала и т. д.), что приводит к существенным материальным и финансовым потерям, связанным со снижением качества продукции, срывом сроков производства, увеличением трудозатрат специального обслуживающего персонала [1]. В целом неоправданный рост непроизводственных затрат предприятий становится серьезной проблемой на пути развития всей строительной отрасли страны.

Учет времени работы строительной машины позволяет предупредить негативные последствия ее износа. Карта учета времени работы строительной машины (форма ЭСМ-5) заполняется начальником участка управления механизации. Электронное приложение «ЭСМ-5», разработанное автором статьи с применением средств разработки Python Tkinter, позволяет сократить время заполнения формы, исключить возможные опечатки при ручном вводе данных, а также получить отчет в различных форматах. База данных хранит следующие реквизиты: период работы машины, данные путевого листа, сменность, машино-часы работы и простоя, причины простоев, калькуляцию объемов выполненных работ (в том числе произведенных комплексно-механизированным методом).

Применение электронной формы ЭСМ-5 актуально в сегодняшних условиях. Строящаяся трасса М-12 протяженностью 811 км пройдет через шесть регионов страны и позволит разработать новые цепочки поставок для различных отраслей отечественной промышленности, в том числе для автомобильной. Трассу строит госкомпания «Автодор» в рамках нацпроекта «Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры». Как известно, строительство является одним из самых материалоемких производств. В процессе возведения объектов используются десятки тысяч тонн строительных материалов и сотни наименований изделий. Именно поэтому уровень

организации и оснащенности строительной техникой имеет особое значение для стабильного функционирования строительства. Требуются большие капиталовложения, в связи с этим широко применяются эффективные лизинговые сделки [2]. Лизинг представляет собой систему экономических отношений между партнерами (участниками лизинговой сделки), связанную с передачей имущества во временное пользование на основе его приобретения и последующей сдачей в долгосрочную аренду на условиях платности и возвратности. Отказ ряда стран продолжать сотрудничество с российскими компаниями посредством реализации лизинговых сделок вынуждает их ориентироваться на предложения техники из дружественных стран (например, ООО «Автодор-лизинг» рассматривает проекты договоров поставки спецтехники китайской компании «Sany», которая располагает широким спектром техники [3]) и повышать эффективность использования отечественных строительных машин и механизмов.

Разработанное приложение «ЭСМ-5» позволяет оценивать эффективность использования строительной техники для поиска скрытых резервов самих предприятий и повышения рентабельности лизинга. Автор статьи продолжает разработку аналитического модуля проекта в рамках курса «Теоретические основы информатики. Визуальное проектирование».

#### Список литературы

1. Орлов Б.Н. Исследование износа рабочих элементов машин и строительного оборудования. Их классификация по технологическим признакам // Природообустройство. 2013. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-iznosa-rabochih-elementov-mashin-i-stroitel'nogo-oborudovaniya-ih-klassifikatsiya-po-technologicheskim-priznakam> (Дата обращения 25.03.2023).
2. Дорошенко К.С. Лизинг, его преимущества и недостатки // Научный журнал. 2018. №5 (28). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lizing-ego-preimuschestva-i-nedostatki-1> (Дата обращения 25.03.2023).
3. «Автодор» обсудил с китайской Sany возможность поставок спецтехники. 2022. URL: <https://www.interfax.ru/business/869654> (Дата обращения 25.03.2023).

#### УДК 336

#### **РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ В ТОРГОВЛЕ КРИПТОВАЛЮТОЙ**

Кахриманов О.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»  
omarka00@bk.ru

Сотская А.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»  
asotkaya@mail.ru

Научный руководитель: Иванов П.Д., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Рынок криптовалют характеризуется высокой волатильностью, что делает его высокорискованным для инвесторов. Как и любой другой рынок, рынок криптовалют требует тщательного риск-менеджмента для защиты инвестиций. Инвесторы должны разрабатывать и использовать различные стратегии управления рисками. Начинающим инвесторам рекомендуется начинать с небольших сумм и учиться управлять рисками, прежде чем вкладывать большие суммы.

Для выбора криптовалюты, инвесторы могут использовать фундаментальный анализ и технический анализ. Технический анализ включает в себя изучение графиков цен и других данных для определения трендов и точек входа и выхода из позиций. Фундаментальный анализ включает в себя изучение назначения криптовалюты, команды разработчиков проекта, эмиссии монет и то, каких целей проект уже достиг. Благодаря проведенным таким анализам, инвесторы могут более осознанно подходить к выбору криптовалюты в свой инвестиционный портфель.

Диверсификация позволяет инвесторам снизить риски, связанные с колебаниями цен на отдельные криптовалюты. Когда инвесторы распределяют свои инвестиции между несколькими криптовалютами, они могут уменьшить вероятность значительных потерь в случае снижения цены одной из них. Кроме того, важно понимать, что криптовалюты – это не единственный вид инвестиций, и инвесторы должны разнообразить свой портфель, включая другие активы, такие как акции, облигации, недвижимость, драгоценные металлы, валюты и так далее.

При покупке или продаже криптовалюты, инвесторы могут размещать лимитные ордера, которые выполняются автоматически, когда рыночная цена криптовалюты достигает заданную (лимитную) цену инвестором. Лимитные ордера избавляют инвесторов от необходимости круглосуточно следить за рынком. Данный торговый инструмент используется для того, чтобы максимизировать нереализованную прибыль или ограничить возможные убытки [1].

К хранению криптовалюты необходимо подходить крайне осторожно. Средства инвесторов, которые хранятся на централизованных биржах, могут быть похищены хакерами в результате взлома такой биржи. Поэтому следует использовать только надежные биржи для торговли, которые имеют хорошую репутацию и обеспечивают высокий уровень безопасности. Для длительного хранения криптовалюты отлично подходят аппаратные кошельки. Такие кошельки не имеют доступа к интернету и считаются самым безопасным способом хранения криптовалюты.

Кроме того, инвесторы также должны следить за изменениями законодательства и регулирования в отношении криптовалют. Некоторые страны запрещают или ограничивают использование криптовалют, что может повлиять на их цены. Инвесторы должны следить за новостями и быть готовыми к изменениям в законодательстве, которые могут повлиять на их инвестиции.

Таким образом, риск-менеджмент является неотъемлемой частью успешной торговли криптовалютой, поскольку он позволяет инвесторам минимизировать потери и повысить вероятность успешных сделок.

#### Список литературы

1. Что такое лимитный ордер // Binance Academy URL: <https://academy.binance.com/ru/articles/what-is-a-limit-order> (Дата обращения 30.04.2023)



УДК 004.032.26

## **СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ «CHATGPT 3.5» В МАЛЫХ КОМПАНИЯХ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ И ПОВЫШЕНИЯ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ КЛИЕНТОВ**

Любченко К.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

lyubchenko.ksenia@gmail.com

Научный руководитель: Масленникова Ю.Л., к. т. н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Современный мир бизнеса стремительно меняется, скорость ответа на запросы клиентов и оперативность решения проблем становятся критически важными факторами успеха для малых компаний, а использование инновационных технологий может стать решающим преимуществом. На первых стадиях жизненного цикла компании, как правило, возникает проблема, связанная с нехваткой ресурсов, таких как персонал, время и финансы. Кроме того, сотрудники организаций часто выполняют рутинную работу, которая может быть автоматизирована. Перечисленные проблемы могут быть решены с использованием продвинутого чат-бота «ChatGPT». Он представляет собой некую комбинацию искусственного интеллекта и нейросети, для обучения которой использовалась новейшая техника тренировки больших языковых моделей - обучение с подкреплением на основе обратной связи от человека [1]. Данная работа направлена на анализ способов применения чат-бота в бизнес-среде и выявление потенциальных рисков при его использовании.

Выполнение рутинной работы, сопряженной с обработкой запросов от клиентов, может быть автоматизировано путем ее интеграции в сайт или мессенджер с помощью персонализированного чат-бота в соответствии с заданной стилистикой общения (tone of voice) [2]. Чат-бот может ответить на базовые вопросы клиента, предоставить информацию о продуктах или услугах, заполнить форму для записи и направить на нужный отдел или специалиста. Также, ChatGPT может использоваться для анализа отзывов от клиентов: выделить ключевые слова и фразы, оценить удовлетворенность об оказанной услуге и определить общие тенденции настроений. Такой подход позволит потребителю получать быстрые и точные ответы на свои вопросы, сотрудникам компании - освободить время для решения более сложных вопросов и задач, а бизнесу - улучшить свои продукты и услуги на основе обратной связи. Кроме того, ChatGPT обучается на новых данных и постоянно совершенствуется, что позволяет ему лучше адаптироваться к изменяющимся потребностям клиентов и компании. Данная нейросеть также может быть полезна бизнесу в области маркетинга и продвижения продуктов. Она демонстрирует высокую эффективность в генерации материала для социальных сетей: чат-бот может быть использован для написания рекламных текстов, описания карточек товаров для интернет-магазинов и создания сценариев для видеороликов. Помимо прочего, ChatGPT справляется и с написанием писем в деловом стиле, и с генерацией вакансии для подбора персонала.

Несмотря на впечатляющие возможности вышеупомянутой технологии, стоит выделить ряд ограничений и недостатков. Во-первых, иногда нейросеть может «заблуждаться» и выдавать убедительный, но полностью выдуманный ответ в связи с некорректной обработкой входных данных или с их недостаточным количеством для обучения. Такой феномен именуется галлюцинацией и свойственен большим языковым моделям. Во-вторых, при использовании внешних сервисов, особенно новых, возможна утечка персональных данных пользователей. Важно учитывать данный риск, так как он

напрямую влияет на репутацию бизнеса. В-третьих, предпринимателям из России следует использовать ChatGPT с особой осторожностью, особенно для консультаций в сфере права и местного налогообложения: нейросеть обучалась преимущественно на основе англоязычных источников и не всегда точна. Также, креативный материал, который генерирует чат-бот, не всегда полностью уникален, важно перепроверять все данные, получаемые от него.

Таким образом, необходимо принимать во внимание все риски и аспекты, связанные с реализацией технологии в конкретных процессах. Нельзя допустить полную зависимость от нейросети, бизнес должен быть готовым к решению любых задачи без ее использования, поскольку малейший сбой системы может привести к значительному ущербу для компании. В то же время грамотное внедрение ChatGPT позволит предпринимателям сфокусироваться на более важных задачах по улучшению продукта или услуги, а также сократит при этом издержки и ускорит бизнес-процессы.

#### Список литературы

1. Ramponi M. How ChatGPT actually works // AssemblyAI: сайт. URL: <https://www.assemblyai.com/blog/how-chatgpt-actually-works> (Дата обращения 06.04.2023)
2. Белкин, Д.Г. Чат-бот как инструмент оптимизации обработки обращений клиентов / Д. Г. Белкин // Теория права и межгосударственных отношений. 2022. Т. 2, № 5(25). С. 851-856.

#### УДК 336.6

### **О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕБИТОРСКОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТИ**

Макеева А.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»  
makeevaav@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Пилюгина А.В., к.э.н. доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Данное исследование посвящено проблемам трансформации деятельности торговых центров на фоне перестройки рынка, а также совершенствованию моделей прогнозирования дебиторской задолженности как ответу на вопрос оптимизации текущего финансирования их деятельности.

Под дебиторской задолженностью в целях работы понимается совокупность долгов, которые были образованы в результате продажи услуг (товаров, работ) с отсрочкой оплаты и которые подлежат возврату предприятию от контрагентов. Также дебиторская задолженность представляет собой требования предприятия (организации) по отношению к другим предприятиям, или организациям на получение денег, оказание услуг или поставку товаров. В данном случае речь идет о процессной самой весомой части, которая и подразумевает всю очередность мероприятий по получению причитающихся компании денег. Дебиторскую задолженность также можно рассматривать в следующих смыслах: в первую очередь, как средство погашения кредиторской задолженности, во вторую очередь, как часть продукции предприятия, которая продана покупателям, но еще не была оплачена, в третью очередь, это один из элементов оборотных активов предприятия, которые финансируются за счет заемных или собственных средств.

Чтобы планировать дебиторскую задолженность, нужно предположить и сложить задолженности покупателей, авансы поставщикам и переплаты по налогам. Прогнозировать дебиторскую задолженность покупателей можно исходя из плана продаж и периода оборота дебиторской задолженности.

Средний период оборота дебиторской задолженности покупателей планируется в зависимости от условий работы с клиентами. Если всем предоставляется одинаковая отсрочка платежа, ее значение и будет средним периодом оборота дебиторской задолженности. Когда отсрочка разная, но покупатели и условия работы по ним не изменились, в качестве среднего периода оборота дебиторской задолженности можно взять средний показатель прошлого периода. Если условия договоров и структура продаж в компании разнообразная, используют средневзвешенную отсрочку в зависимости от условий договоров и структуры продаж. Такой вариант подойдет, например, когда объем продаж в канале «сети» с отсрочкой 45 календарных дней, в канале «дистрибуция» с отсрочкой 21 день. [1]

Если работа с поставщиками идет по предоплате, необходимо включить эти суммы в дебиторскую задолженность по выданным авансам поставщикам. Если вносится аванс за позиции для инвестиционных проектов, то для финансовой безопасности эти суммы целесообразно исключить из расчета и финансировать за счет инвестиций.

Существует различные модели совершенствовании прогнозирования дебиторской задолженности, в т.ч. на основе коэффициентов, показывающих увеличение/уменьшение дебиторской задолженности за соответствующие исторические периоды. Точность прогноза поступлений денежных средств от продаж, необходимая для обеспечения выполнения договорных обязательств перед сотрудниками, акционерами, государством, поставщиками и подрядчиками, при использовании данного приема повышается. К тому же традиционное прогнозирование, основанное на формуле  $ДП = ДЗн + ВР - ДЗк$ , дает сбои, т.к. не учитывает сезонные колебания, тенденции, специфику платежей заказчиков. [2]

Пандемия ускорила процессы трансформации крупных торговых центров (ТЦ) и стала мощным катализатором развития онлайн-сервисов. Торговые центры перестают быть местом исключительно совершения покупок, превращаясь в социальные и культурные объединения. Предполагая новые функции, отметим, что ТЦ в основном будут связаны с темой сервисов, «быть ближе к клиенту»: микромаркеты, постаматы, пункты выдачи заказов, доставка за 15 минут и прочее. Тренд для будущих торговых центров можно обозначить словом «социализация»: меньше торговой, больше социальной функции и услуг. В большинстве регионов понадобятся годы, чтобы выйти на уровень крупных городов. Несмотря на активно развивающийся сектор онлайн-торговли, e-commerce не сможет полностью захватить рынок. Люди — социальные существа, которым необходимо время от времени пребывать в обществе и взаимодействовать с другими людьми в неформальной обстановке, что основной тренд в плане изменения формата торговых центров — переход от суперрегиональных гигантов к камерным районным торговым центрам, расположенным вблизи дома, с привычным набором арендаторов, товаров и услуг, считают в Российском совете торговых центров (РСТЦ). Вместе с тем, для реализации подобной трансформации необходимы финансовые ресурсы, аккумулирование которых непосредственно связано с оптимизацией финансирования текущей деятельности. [3]

#### Список литературы

1. Юдина Т.А., Щегольская А.А. Оценка дебиторской и кредиторской задолженностей организации и подходы к управлению ими // Экономика и бизнес: теория и практика. 2018. № 4. С. 78-80.

2. Материал из ФСС "Система Финансовый директор"- «Дебиторка: все для планирования, учета и контроля». URL: <https://plus.1fd.ru> (Дата обращения 06.04.2023)
3. СБЕР Про «Не только шопинг: как и почему будут меняться торговые центры». URL: <https://sber.pro/publication/ne-tolko-shopping-kak-i-pochemu-budut-meniatsia-torgovye-tsentry?ysclid=lg6nxxsdtq407536726> (Дата обращения 06.04.2023).

**УДК 334.71:658.51:621.438**

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ОРГАНИЗАЦИИ СОПУТСТВУЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА ВОДЫ НА ГАЗОТУРБИННОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В ЗАСУШЛИВЫХ РЕГИОНАХ БЛИЖНЕГО ВОСТОКА**

Мани М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

[manimomeni@gmail.com](mailto:manimomeni@gmail.com)

Бабаева Ю.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

[y-babaeva@yandex.ru](mailto:y-babaeva@yandex.ru)

Научный руководитель: Захаров М.Н., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

В странах Ближнего Востока, находящихся в акватории Персидского залива (Иране, Ираке, Катаре и Саудовской Аравии), наблюдается нехватка пресной воды. В данном регионе пересекаются морские и воздушные коммуникации, сосредоточены отрасли промышленности, связанные с добычей нефти и газа и их переработкой, климат засушливый, отсутствует достаточное количество пресной воды – все эти факторы определяют развитие региона [1].

В странах Ближнего Востока широко используются технологии опреснения морской воды, такие как дистилляция, обратный осмос, электродиализ, вымораживание, ионный обмен [2]. Однако любое опреснительное сооружение требует огромное количества электроэнергии, что предполагает строительство электростанции, капитальные вложения в такое производство очень велики, они имеют большой срок ввода в эксплуатацию и окупаемости. Также в качестве источника электроэнергии на опреснительных сооружениях используются дизель-поршневые электростанции, которые загрязняют воздух и почву, являются очень громоздкими и дорогими в обслуживании, а также расходуют много дизеля.

Таким образом, в регионе Ближнего Востока востребована электроэнергия, а также наблюдается недостаток пресной воды и сложности ее производства, которые также связаны с большими энергетическими затратами. Можно сделать вывод, что необходима разработка агрегата для обеспечения электроэнергией, в котором вода является сопутствующим производством.

Для решения вопроса обеспечения электроэнергией и водой предлагается использование электрогенератора и газотурбинной установки с агрегатом для производства воды из воздуха. Газотурбинные установки (ГТУ) простого открытого цикла включают в себя три основных элемента: компрессор, камеру сгорания и турбину. Воздух забирается компрессором из атмосферы, а отработанные продукты сгорания выбрасываются в атмосферу. Простым цикл называют потому, что в двигателях, в которых он реализован, отсутствуют регенерация и другие дополнительные устройства, усложняющие тепломеханические связи основных его элементов. Газотурбинные установки простого цикла могут быть механически выполнены одновальными

(блокированными) или двухвальными (со свободной силовой турбиной). Рядом с ГТУ будет находиться агрегат производителя воды из воздуха. Данный аппарат работает на основе 3S и функционального объекта - сопла Лавалия [3]. В начале сопла находится вентилятор, который получает электроэнергию из блока-1. Соответственно, воздух со скоростью входит в агрегат, через сопло Лавалия достигает большой скорости и охлаждается на основе теории термодинамики и газодинамики, образуется 2-ух фазовый поток с вихревым явлением из-за влияния вращения вентилятора. 3-я часть состоит из сепаратора, который способен выделить тяжелый поток со смесью вода-воздух и в результате выпускает сухой воздух из диффузора. Как уже написано, двухфазовая смесь выходит в другой аппарат, и там образующиеся капли воды собираются и направляются в резервуар.

При условии использование двигателя НК-12 (вторичное использование) электрической мощностью 2х5500 КВт и производительностью 85% производительность системы составит 12 МВт. Себестоимость электроэнергии составит 0.05\$ КВт/ч при рыночной стоимости 0.05\$ - 0.08\$ КВт/ч. При влажности воздуха n% объем воды, вырабатываемый установкой за час, составит 889 литров, а себестоимость 0.1\$.

#### Список литературы

1. Экологические проблемы Персидского залива // ECO Portal Вся экология. URL: <https://ecportal.su/public/region/view/1333.html> (Дата обращения 09.08.2022).
2. Рынок технологий опреснения морской воды // Cleandex: в условиях дефицита пресной воды особую актуальность приобретает технология опреснения соленых вод Мирового океана. URL: [http://www.cleandex.ru/articles/2015/08/15/seawater\\_desilination\\_market](http://www.cleandex.ru/articles/2015/08/15/seawater_desilination_market) (Дата обращения 09.08.2022)
3. Момени М., Момени А.. Моделирование процесса получения воды на основе применения сопла Лавалия // II Межвузовская заочная конференция аспирантов, соискателей и молодых ученых. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2020. С. 70-79.

#### УДК 330.5.057.7

#### **КРИЗИС ПОЛУПРОВОДНИКОВ В 2020-2022 ГОДУ: ЧТО ПРОИЗОШЛО?**

Морозов Ю.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»  
morozovyua1@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Соколова Д.И., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Современный человек не может представить жизнь без технологий, а основой всех технологий являются микросхемы. Нехватка полупроводников затрагивает многочисленные отрасли экономики — от автомобильной промышленности до персональных компьютеров, бытовой электроники и электрических устройств в целом.

Среди основных причин кризиса — пандемия COVID-19, которая началась в декабре 2019 года. Нарушились логистические цепочки и закрылись заводы по всему миру. Производители автомобилей начали отменять заказы на микросхемы из-за низкого спроса на автомобили. Из-за пандемии все перешли на удаленную работу – срочно понадобились ноутбуки, камеры, планшеты. В I квартале 2021 года из 119 млн. проданных девайсов, только ноутбуки заняли 89 млн. штук. В 2019 году в Microsoft Teams было 20 млн. пользователей в день, в 2020 году 75 млн., а в 2021 году 145 млн. ежедневных

пользователей. Из-за большой нагрузки облачным сервисам пришлось увеличивать размер дата-центров.

Началась торговая война США и Китая. Вышел запрет от США на покупку китайской техники, что увеличило нагрузку на другие компании производства чипов. Одним из серьёзных и постоянно усиливающихся факторов являлся рост сектора майнинга криптовалют, потребляющий значительное количество высокопроизводительных процессоров и видеокарт. На 2021 год майнинг потреблял более 121,36 тераватт-часов электроэнергии, что превышает потребление Аргентины (121 тераватт-часов), Нидерландов (108,8 тераватт-часов) и Объединенных Арабских Эмиратов (113,2 тераватт-часов).

На объёмы производства повлиял и климат. В мае 2021 года начался экологический кризис на Тайване, где фабрики могли остаться без воды [1]. Остров страдал от самой сильной засухи за 56 лет из-за того, что количество осадков в апреле-мае 2021 года было рекордно низким. В итоге в мае резервуары воды фабрик TSMC оказались заполнены всего на 11-23%. А для функционирования производства требуется 150 тыс. тонн воды в день.

В Техасе в феврале 2021 года прошли сильные снегопады, что привело к веерным отключениям электричества, в том числе и на заводах Samsung и на фабриках NXP. Кроме того, произошли пожары в конце октября 2020 года на фабрике аудиочипов Asahi Kasei Microsystems (АКМ) и 19 марта 2021 года на заводе компании Renesas Electronics [2].

Эти события вызвали кризис, где главный потерпевший – автомобильная промышленность. Дефицит чипов обрушил продажи автомобилей на 17% в России и на 26% в США. Такие крупные компании, как Ford и Volkswagen, были вынуждены приостановить производство и сократить производственные цели. Недовыпуск автомобилей Ford составил 1.280.000 ед., а недополученные доходы оценивают 175 млрд. рублей.

Все из-за нехватки одной маленькой детали – полупроводников. Из-за нехватки детали стоимостью 3 тыс. рублей не могли произвести автомобиль ценой 4 млн рублей, так как для сборки важен каждый компонент. Машины все больше и больше становятся гаджетами. Сейчас более 40% стоимости автомобиля — это стоимость электроники. К 2030 году стоимость электронных систем будет составлять 50%. Электроника автомобиля отвечает за множество функций – от запуска двигателя до подушки безопасности.

Но как же так получилось, что автомобильной промышленности не хватило микросхем? Все дело в том, что такие компании, как Lenovo, HP, Dell не производят чипы, они отправляют запрос на чипы компаниям Intel, AMD и Nvidia которые проектируют чипы и запрашивают их производство у крупного монополиста – TSMC. Производство автомобилей изначально замедлилось из-за низких продаж во время пандемии, и, когда спрос на машины вырос и компании увеличили запросы на чипы, оказалось, что производственные мощности уже забрали другие компании, производящие технику. В итоге BMW не хватило компонентов для управления электрическими сиденьями, Volkswagen - блоков управления двигателями, электроприводов кресел и люка крыши, Audi и Porsche - управления креслами, матричных фар и пневмоподвески. У Автоваза пропали автомобили с мультимедиа системой и мультифункциональными рулями.

Почему не произвести больше? Каждый месяц производство полупроводников растёт, если в 2000 производили 300 млн кв. дюймов в месяц, то в 2020 уже 900 млн кв. дюймов (А это уже 0.5 кв. км). При этом TSMC начала строить ещё один завод в Аризоне за 281 млрд рублей. Данное производство будет производить 20 тыс. пластин в месяц. Это увеличение производства компании всего на 2%.

Кризис полупроводников отобразился на ВВП. Ранее прогнозы по росту экономики в 2020 году для Тайваня, который является одним из главных поставщиком микросхем в мире, давали лишь рост в 3,83%. Однако по результатам первого полугодия 2021 года прогнозы возросли до 5,88%. Такой прирост экономики Тайваня за год стал максимальным, начиная с 2011 года. Наибольший прирост был зафиксирован во втором квартале 2021 года — 7,3% в годовом выражении [3].

Это ещё раз доказывает, что в ситуации глобальной нехватки микросхем выиграли именно производители самих микросхем.

#### Список литературы

1. Резервуары воды фабрик TSMC наполнены на 11-23 % из-за засухи в регионе. URL: <https://habr.com/ru/news/556554/> (Дата обращения 28.04.2023).
2. Ущерб от пожара на фабрике Renesas оказался больше, чем предполагалось сначала URL: <https://www.ixbt.com/news/2021/03/29/usherb-ot-pozhara-na-fabrike-renesas-okazalsja-bolshe-chem-predpolagalos-snachala.html> (Дата обращения 28.04.2023).
3. Дефициту чипов благодаря. Рост ВВП Тайваня станет максимальным за 10 лет. URL: <https://rossaprimavera.ru/news/2b15ae0e> (Дата обращения 28.04.2023).

#### УДК 005

### ЗНАЧЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Набиуллин Р.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

nabiullin5740@gmail.com

Научный руководитель: Салиенко Н.В.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Всё больше менеджеров склоняются к тому, что развитие рынка и повышение конкуренции вступило в ту стадию, когда наличие конкретной стратегии необходимо компаниям на каждом шагу. Каждое решение должно основываться на стратегии, все уровни организации должны быть чётко выстроены и двигаться в одном направлении. Краткосрочные решения, основанные на получении прибыли здесь и сейчас больше не работают. Выигрывают лишь те компании, которые имеют конкретную и однозначную стратегию, которой придерживаются на протяжении долгого времени. Понимая это, эффективные менеджеры осознают необходимость стратегически планировать деятельность компании.

Есть несколько причин, по которым стратегическое планирование необходимо для каждой компании

1. Ускорение темпов изменения внешней среды организации стимулирует к разработке стратегии, которая бы была устойчива к внешним изменениям. При изменениях среды важнее то, куда двигаться, в каком направлении, чем конкретные шаги развития. Поэтому появляется потребность в стратегическом планировании, основанном на стратегических целях. В России в последнее время особенно остро стоит эта проблема из-за политических угроз, нестабильного курса валют и экономической стагнации [1].

2. Общемировым трендом является процесс глобализации, позволяющий производить продукт для разных этнических и географических групп. В силу этого возникает потребность в стандартизации процессов производства и потребления, необходимо привести к общему стандарту все отделы и офисы, независимо от их

положения. Только с помощью стратегического планирования возможно управлять такой разнородной организацией.

3. Повышение уровня конкуренции на большинстве рынков приводит к тому, что развиваться можно только при наличии постоянных инноваций и эффективной структуры организации. Инновации сложно поставить на поток, это процесс долгий и сложно предсказуемый, повысить их скорость можно лишь при создании необходимых условий, которые возможны при долгосрочном планировании.

4. Высокая степень неопределённости, как внутри структуры организации, так и за её пределами приводит к тому, что её контролировать можно лишь задавая общее направление. Стратегия – это общий знаменатель, к которому сводится деятельность предприятия на всех её уровнях. Сейчас сложно отслеживать эффективность каждой команды, но можно следить за эффективностью компании в целом, что является одной из функций стратегического планирования [2].

Специальные методы и приемы стратегического менеджмента помогают руководителям оценить и проанализировать различные виды ситуаций, сфокусировать внимание на решающих проблемах и направлениях, в конечном итоге обеспечить устойчивое развитие предприятия и конкурентоспособность в долгосрочной перспективе.

Изначально стратегическое планирование было нацелено на повышение конкурентоспособности предприятий, работающих в условиях жестокой конкурентной борьбы, характерной для рыночной экономики. Повышение и совершенствование этих показателей составляют сегодня ключевую задачу руководителей предприятий, так как именно их совокупность определяет текущую позицию предприятия на рынке и возможности и перспективы его успешного и стабильного развития. Своевременное решение выявленных проблем позволит улучшить систему управления предприятием.

#### Список литературы

1. Смирнова О.О. Контуры трансформации стратегического планирования в России: от документов к стратегическому управлению // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2020. № 2. С. 17-24.
2. Лящук А. В., Тихонова М.В. Стратегическое планирование на предприятии в рамках цифровой экономики // Известия СПбГЭУ. 2018. №4 (112). С. 205-211.

#### УДК 658.8

#### МАРКЕТИНГ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Нагайцев Д.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

nagaytsev\_den@mail.ru

Шарафутдинов А.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

airchoosing2311@gmail.com

Шмаков А.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

alesha.shmakov.2004@yandex.ru

Научный руководитель: Яценко Р.Д., ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Маркетинг промышленных предприятий имеет большую актуальность в современном мире, где конкуренция на рынке продукции и услуг постоянно растет.



Промышленные предприятия, как правило, производят товары и услуги для других предприятий или организаций, что делает их более сложными для маркетинга, чем потребительские товары. Для выявления закономерностей между выбором маркетинговой политики компаний и факторами, влияющими на неё, следует изучить опыт отечественных промышленных компаний.

Опрос показал, что B2B-предприятия относят собственному сайту большое внимание, т.к. на нем представлены все необходимые для заключения сделок данные – контакты, продукция и услуги, при этом сайт регулярно обновляется, а половина опрошенных также проводят веб-аналитику с использованием отечественного сервиса «Яндекс.Метрика». Кроме того, 64% респондентов отмечают, что на их сайте расположены видеоролики. У половины из них ролики не занимают более двух минут, что отвечает современным трендам цифрового маркетинга, ведь при коротких клипах достигается пиковый уровень внимания [1]. Социальные сети используются компаниями для нескольких целей – продвижение в общественных организациях, в регионах страны, а также в учебных заведениях. Развивая внешние связи, предприятие способно продвигать свою миссию получать полезную обратную связь в виде – квалифицированного персонала, перспективных идей и находить партнеров. Сейчас социальные сети являются крупнейшим каналом трафика, а за 2022 год посещаемость популярного мессенджера «Telegram» по разным данным выросла минимум в 3 раза и составляет до 700 млн пользователей ежемесячно (За 2021 год до 200 млн пользователей ежемесячно). Все же цифровые каналы продаж предприятий часто ограничивается собственными ресурсами. Однако существуют специализированные промышленные маркетплейсы. В прочем, подобные платформы пока выглядят сыро и поэтому не привлекают внимания компаний. Подают надежды и разрабатывают свою платформу гиганты широкого рынка маркетплейсов – «OZON» и «Wildberries».

Треть опрошенных B2B-организаций признались, что не имеют конструкторского бюро. Вызвано это, предположительно, тем, что запросы B2B канала стандартны и типичны, потому нет необходимости персонально прорабатывать детали продукта с клиентом, с другой стороны, B2C канал требует гибкости и отзывчивости производителя.

Отдельного внимания заслуживает разработка маркетинговой политики. Так у 42% компаний разработкой занимается ее владелец. Можно предположить, что в подобных ситуациях политика компании может быть неэффективна из-за некомпетентности ее лидера. Как оказалось, 60% таких компаний используют продвижение в сети прежде всего для тесной интеграции с учебными заведениями и регионами РФ. То же они преследуют при участии в профессиональных или общественных организациях. Такое явление учитывает модель тройной спирали, в которой предполагается тесные взаимоотношения университета, бизнеса и организации в интересах эффективности экономики. Следование такой модели является свидетельством грамотного подхода руководителей, даже если это происходит интуитивно. Нужно заметить, что маркетинговой политике в компании отводится достаточно весомая роль, ведь для ее уточнения абсолютное большинство компаний используют стратегические сессии, нежели обычные совещания. Участие в выставках позволяет предприятиям сформировать свой имидж перед клиентом. Также 42% компаний, участвующих в выставках, отдают некоторые задачи (дизайн и установка павильона, создание буклетов) внешним исполнителям (аутсорсинг), что является признаком инновационного подхода к формированию маркетинговой политики.

Как показывает исследование, продвижение товаров и услуг в условиях современного российского рынка обладает некоторыми неочевидными особенностями. По-настоящему инновационная отрасль для промышленных предприятий, как маркетплейсы, выглядит чуть ли не панацеей в решении о продвижении и поиску каналов

продаж. Однако подобные предложения на нашем рынке только зарождаются. Может помочь опыт зарубежных коллег – крупнейшие платформы «Amazon» и «Alibaba». Не может не привлечь внимание и направленность руководителей на инновационный маркетинг. Такого рода действия полезны как для самой компании, так и для общества. Несмотря на повышенную активность промышленного сектора в социальных сетях, по меньшей мере половина компаний сталкивается с проблемой неэффективного использования сайта. Возможное решение кроется в использовании уже упомянутого инструмента – аутсорсинга, к чему активно прибегают компании B2C сегмента.

#### Список литературы

1. Ультракороткая реклама: почему ролики по две секунды привлекают больше внимания в интернете. URL: <https://www.sostav.ru/publication/effektivnost-ultrakorotkoj-video-reklamy-42674.html> (Дата обращения 20.04.2023).

#### УДК 378.14

### **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРЕПОДАВАНИЯ В МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА**

Нестерова В.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

leranest2004@gmail.com

Научный руководитель: Самохвалов А.Э., к.э.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Важность мониторинга как части управления качеством образования в университете отмечена в Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации». Невозможно выстроить образовательный процесс без разносторонней обратной связи и вовлеченности студентов в работу над учебными курсами и программами. Необходимо понимать, насколько компетентны преподаватели, качественно ли они преподносят материал, способны ли они заинтересовать студентов. Также обратная связь от обучающихся мотивирует педагога совершенствовать учебно-методическое наполнение своих занятий, помогает корректировать и актуализировать содержание курсов.

Представленная информационная система состоит из двух основных модулей: модуль сбора отзывов студентов и модуль анализа данных. Студенты могут записать отзывы о работе преподавателей, о составе прослушанных курсов через веб-интерфейс с помощью специальной экранной формы. Они математически описаны в виде следующих параметров (оценок): ясность предъявляемых требований, подача материала, контакт со студентами и возможность внеаудиторного общения. Также студенты имеют возможность оценивать качество прослушанных курсов. После того, как отзывы отправлены на сервер, система записывает их в базу данных для дальнейшего анализа. Выходные данные системы следующие: оценка общей удовлетворенности учебным курсом, рейтинг преподавателей, пожелания студентов по улучшению преподавания. После обработки информации авторы образовательных программ, руководители кафедр и методических секций, деканы факультетов и сами преподаватели получают доступ к графикам и диаграммам с пояснительной запиской о результатах исследования. Модуль анализа данных предоставляет функции обработки исключений для фильтрации некорректных ответов студентов и спама.

Автор предлагает интегрировать свой проект в Электронный университет МГТУ им. Н.Э. Баумана в условиях вступления в силу Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 10.02.2023 № 143 «О внесении изменений в Порядок приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 21 августа 2020 г. № 1076» (переход на специалитет и «выход из Болонской системы»). Потребуется масштабное изменение учебных планов. Информационная система поможет определить, какие дисциплины требуют корректировки.

Автор статьи продолжает разработку аналитического модуля проекта в рамках курса «Теоретические основы информатики. Визуальное проектирование».

#### Список литературы

1. Белобокая А.К, Криштофик И.С., Мкртчян В.А. Студенческая оценка качества обучения в вузе: возможности и ограничения // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: «Педагогика и психология». 2021. № 3 (57). С. 11–32.
2. Ягудина Л.Р. Оценка преподавателей студентами как инструмент обеспечения качества образования // Сибирский педагогический журнал. 2011. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-prepodavateley-studentami-kak-instrument-obespecheniya-kachestva-obrazovaniya> (Дата обращения 22.04.2023).

#### УДК 658.5

### **ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПРОМЫШЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ УГЛЕХИМИЧЕСКОГО КЛАСТЕРА КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Пестрикова Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»  
kat.11.08.001@gmail.com

Научный руководитель: Герцик Ю.Г.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

В настоящее время ведутся споры о том, что будет с угольными рынками, насколько упадет спрос, что придет на смену. С 2014 года ведутся разработки программы развития угольной промышленности в России. Угледобывающие компании выдвигали предложения по развитию перспективных проектов в углехимии. Эти инициативы не потеряли своей актуальности и по сей день. Перспективы развития углехимии имеет большое значение для восстановления своих позиций Россией. Для этого концентрируются научные и производственные силы в Кузбасском углехимическом кластере.

Кластер – это группа организаций, расположенных на одной территории и сотрудничающие друг с другом [1]. Углехимический кластер ставит перед цели увеличения конкурентоспособности региональной экономики за счет внедрения результатов НИОКР, разработки и привлечения инноваций мирового опыта в сфере комплексной переработки угля и отходов, получаемых при его добыче, обогащении и сжигании.

В настоящее время фактор конкурентоспособности становится слабым звеном в развитии кластеров, так как проблема обеспеченности современными инфраструктурными объектами встает все более остро. Производственная инфраструктура, как один из видов

инфраструктуры в целом, несет очень важную роль в формировании и обеспечении устойчивых связей между хозяйственными субъектами, а также является необходимым условием для совершенствования и повышения эффективности производственного процесса.

Производственная инфраструктура – это совокупность объектов и систем, необходимых для организации производства товаров и услуг [2].

Проанализировав различные отчеты и программы развития Углекимического кластера Кемеровской области, можно выявить проблемы на пути совершенствования производственной инфраструктуры.

В первую очередь рассмотрим совершенствование производственных объектов, а именно оборудование и машины, с точки зрения системы. Одна из целей кластера создание углекимической и инновационной продукции. А это в свою очередь влияет на парк оборудования и машин.

Решение данной проблемы можно найти в ABC-XYZ анализе уже производимой продукции и выявлении неперспективной, следующим шагом проанализировать оборудование, которое использовалось для производства такой продукции и заключительным этапом станет перераспределение производственным мощностей, продажа и обновление машин и оборудования для повышения производственного процесса и, как следствие, инфраструктуры.

#### Список литературы

1. Бабкин В.А. Совершенствование системы управления инновационным кластером: автореферат дис. ... кандидата экон. наук: 08.00.05 / Бабкин Владимир Андреевич; Российский экономический университет имени Г.Б. Плеханова, Москва. 2017. 25 с.
2. Служкина С.А.; Вольф Ф.В. Инфраструктура и логистика промышленных предприятий: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та. 2015. 88 с.

#### УДК 656.211.5

### **ПРОЕКТ АВТОМАТИЧЕСКИХ ПЛАТФОРМЕННЫХ ВОРОТ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В МЕТРО: ИНЖЕНЕРНОЕ И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ**

Петухов И.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»  
ivan-petuhov-2002@mail.ru

Тарелин М.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»  
tarelin\_mikhail@mail.ru

Научный руководитель: Клеменьтева С.В., к.э.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Периодически из СМИ мы слышим новости о том, что какая-то из линий Московского метрополитена остановлена по причине падения людей или их предметов на путях. Это вызывает сбой целой ветки метро, что ведёт к усложнению движения на других линиях. Например, чтобы вытащить человека из-под поезда необходимо остановить движение на 10-30 минут в среднем, в зависимости от сложности. Это является колоссальной нагрузкой на всю транспортную систему, находящуюся рядом с инцидентом. По статистике за год на пути попадают от 130 до 170 человек [1].

Во избежание всех вышеперечисленных случаев предлагается установить систему безопасности в метрополитен. Если изучить практику зарубежных метро, то можно заметить два типа таких систем: автоматические платформенные двери типа “горизонтальный лифт” (как в Санкт-Петербурге, Минске) и автоматические платформенные ворота (как в Японии, Китае). Первый тип будет нельзя внедрить в Московский метрополитен, так как на некоторых станциях это будет конструктивно невозможно, а также слишком дорого и на установку потребуется несколько дней, что невозможно реализовать, не прекращая эксплуатации станции.

Поэтому есть предложение установить второй тип системы безопасности, воспользовавшись опытом Японского метрополитена – автоматические платформенные ворота. Автоматические платформенные ворота — это система, состоящая из барьера в виде ограждения разной высоты с раздвижными дверьми из стекла, не достигающего до потолка и не изолирующего полностью станцию от путей [2].

Преимущества использования автоматических платформенных ворот:

- Повышенная безопасность пассажиров: отделение перронной области от железнодорожного пути исключит суициды и несчастные случаи, а также попадание иных предметов под поезд.

- Более равномерное распределение людей на платформе, так как они заранее будут знать, где останутся двери.

- Машинисты не будут сбрасывать скорость при въезде на станцию в час пик, например, с допустимых 55 км/ч до 20 км/ч, так как будут спокойны, что никто не попадет под поезд. Благодаря этому скорость прибытия/отправления поездов увеличится.

- Более высокие показатели экономичности и рентабельности: дополнительные затраты, вызванные авариями и другими инцидентами, могут быть пресечены [3].

- Автоматические платформенные ворота можно будет соединить с уже существующей системой АЛС-АРС, установленной на более новых локомотивах.

- Данная система безопасности более экономична, универсальна и требует меньшего времени на монтаж, чем другие.

Конечно, есть много технических проблем при внедрении такой системы безопасности, такие как: разные виды поездов, монтаж на действующие платформы, синхронизация состава и самих ворот. Но хочется отметить, что автоматические платформенные ворота – это довольно универсальная система и при ее разработке можно учесть все аспекты и нюансы Московского метрополитена. Такая система уже необходима, так как число жителей столицы растет, а значит и несчастных случаев будет становится больше, а при ее внедрении можно будет предотвратить рост сбоя движения.

#### Список литературы

1. Попов В.Л. Безопасность в метро: проблемы и перспективы // Транспортное право и безопасность. 2018. № 2(26). С. 20-30.
2. Седов А.В. Механизмы ролетного типа с последовательным закрытием-открытием по мере отправления-прибытия подвижного состава как необходимое условие обеспечения современного уровня безопасности от падения пассажиров с платформ метрополитена и ж/д транспорта // Инновации и инвестиции. 2019. № 2. С. 332-335.
3. Касатов В.М. Платформенные раздвижные двери. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/platformennye-razdvizhnye-dveri/viewer> (Дата обращения 01.04.2023).

**УДК 658****ПРОГНОЗИРОВАНИЕ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФУНКЦИИ LINLIN**

Руденко К.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»  
rudkatya64@gmail.com

Научный руководитель: Скворцова Д.А. к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Прогнозирование спроса является важнейшим элементом любой логистической системы. Цель прогнозирования спроса в логистике – оптимизация логистических операций, таких как управление запасами, транспортировка, складирование и др. Качественный прогноз спроса позволяет компаниям оптимизировать запасы, сократить издержки на складирование и транспортировку, а также улучшить уровень обслуживания клиентов. Прогнозирование позволяет оценить эффективность текущих логистических операций и внести необходимые изменения в логистический процесс для предотвращения рисков.

Оценка точности прогноза при прогнозировании цепи поставок должна быть связана с затратами и выгодами, получаемыми в результате использования прогнозов в логистических системах. Как было сказано ранее, прогнозирование спроса играет важную роль в обеспечении необходимого уровня ресурсов в нужный момент времени. Однако, соответствие между уровнем спроса и необходимым уровнем ресурсов является несимметричной проблемой: затраты, связанные с переизбытком ресурсов, могут значительно отличаться от затрат, связанных с их недостатком. Для учета данной асимметрии компании вводят смещение в распределение своих ресурсов. В контексте управления запасами и цепью поставок функция потерь, прилагаемая к прогнозам, должна приблизительно соответствовать издержкам, вызванным асимметрией спроса. Эту стоимость можно определить как функцию LINLIN ошибок прогнозов спроса [1]. Минимизация ожидаемого значения потерь, то есть функции LINLIN приводит к квантильным прогнозам, как к оптимальным решениям задач прогнозирования. Квантильное прогнозирование позволяет отразить асимметричность распределения ресурсов.

Значения, полученные в результате применения квантильного прогнозирования с использованием функции LINLIN, являются наиболее точными, поскольку учитывают смещение и издержки, связанные с несимметричностью уровня запасов. Квантильное прогнозирование может превзойти как традиционные методы, используемые в прогнозировании цепи поставок, так и популярные эконометрические модели. Однако, преимущество квантильных прогнозов нивелируется при анализе коротких временных рядов (длиной менее 70) [2]. В этом случае наилучшие результаты часто достигаются с помощью более простых методов из практики прогнозирования в логистике, например авторегрессионная модель (AR – Autoregressive Model), модель скользящего среднего (MA – Moving Average). Во-вторых, низкие и высокие квантили спроса обычно требуют использования уравнения сглаживания [2].

При рассмотрении прогнозов спроса в цепи поставок зачастую доступны только короткие временные ряды. В связи с этим требуется использовать прогностические процедуры для квантильного прогнозирования, способные учитывать наблюдаемые характеристики спроса. Например, использование константы сглаживания в моделях экспоненциального сглаживания с учетом потерь LINLIN. Такой метод является более подходящим для прогнозирования цепи поставок и логистической системы в целом,

поскольку принимает во внимание как наблюдаемые свойства спроса, так и эконометрические последствия квантильных прогнозов [2].

Таким образом, квантильное прогнозирование с использованием функции потерь LINLIN является эффективным инструментом для прогнозирования в логистических системах, так как позволяет учитывать издержки на асимметрию распределения ресурсов. Для создания качественного прогноза необходимо оценить временной ряд: для коротких временных рядов можно использовать традиционные методы прогнозирования, для более длинных временных рядов высокую точность показывает квантильное прогнозирование с помощью функции LINLIN.

#### Список литературы

1. Komunjer I. Quantile prediction // Handbook of economic forecasting. Elsevier. 2013. V. 2. pp. 961-994.
2. Bruzda J. Quantile smoothing in supply chain and logistics forecasting // International Journal of Production Economics. 2019. V. 208. p. 122-139.

#### УДК 008

### **СОЦИАЛЬНО-ОТВЕТСТВЕННЫЙ БИЗНЕС В ГЛОБАЛЬНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ПОВЕСТКЕ**

Русанов Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

daniil\_rusanov03@mail.ru

Научный руководитель: Салиенко Н.В., д.э.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Одной из самых обсуждаемых тем сегодня является глобальная климатическая повестка. Климат постоянно претерпевает изменения, которые так или иначе влияют на нашу жизнь. Это влияние может оказаться и критическим: учёные прогнозируют негативные сценарии, которых сегодня гораздо больше, чем позитивных. Ввиду этого встаёт вопрос предотвращения таких сценариев, а в частности перестройки всех наших технологий, бизнеса, социальных укладов и т.д. Очевидно, в таком контексте важность темы климатической повестки резко возрастает.

На фоне вышесказанного в современном мире растёт популярность относительно нового термина – «социально-ответственный бизнес» (СОБ) или «корпоративная социальная ответственность» (КСО). В этом докладе мы поговорим о том, что такое КСО, какую роль она играет сегодня и каковы тренды по её развитию ввиду глобальной климатической повестки.

Корпоративная социальная ответственность – это добровольный вклад компании в устойчивое развитие общества в пределах или сверх того, что определено рамками законодательства. На КСО частично основывается стратегия компании, которая учитывает ценности общества и определяет ответственность за влияние результатов ее деятельности на общественную сферу. В большинстве развитых стран КСО – это норма ведения бизнеса, признак его зрелости и состоятельности. [2]

Говоря об устойчивом развитии общества, стоит сказать, что оно предполагает не только социальное и экономическое развитие, но и ответственность за окружающую среду. Если мы допустим её обеднение и разрушение, мы лишим себя пригодного для жилья мира и обилия ресурсов, что в свою очередь важно для вышеупомянутых социального и экономического развития соответственно.

Подобную концепцию включил в себя Шестой оценочный доклад (ОД6) МГЭИК (Межправительственная группа экспертов по изменению климата, англ. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). МГЭИК – это международный орган, ответственный за оценку состояния научных знаний, связанных с изменением климата. Создана в 1988 году Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) и Всемирной метеорологической организацией (ВМО) для предоставления политическим лидерам регулярных научных оценок, касающихся изменения климата. [1]

19 марта 2023 г. в Интерлакине, Швейцария была принята завершающая часть ОД6 – обобщающий доклад, основной идеей которого стало указание на чрезмерную важность ближайших нескольких лет для всей планеты: если мы не начнём совершать более амбициозных действий по снижению выбросов парниковых газов, мы сами обречём себя на вымирание. [3] Сначала ввиду частых и масштабных природных катаклизмов мы будем нести огромные затраты, которые спустя некоторое время истощат мировые бюджеты. Затем постоянное увеличение смертности от катаклизмов, аномальной жары и голода приобретёт необратимый характер. В конце концов человечество вымрет.

В ОД6 эксперты МГЭИК также указали конкретные и востребованные направления развития бизнеса: переход на ВЭИ (восстанавливаемые энергетические источники); повышение энергоэффективности в промышленности, зданиях и транспорте; оптимизация потребления продовольствия (главное – не выбрасывать продукты питания и снизить излишнее потребление, прежде всего животного белка, в развитых странах); повсеместное медицинское и сервисное оснащение для предупреждения последствий аномальной жары и катаклизмов.

Ключом к успеху в решении вопроса по снижению влияния человеческой деятельности на климат является синергия следующих мер: способствование генерации инновационных решений, их повсеместное внедрение, соответствующее финансирование, соответствующие политические меры, формирование чёткого понимания последствий у населения.

Таким образом, мы имеем конкретные направления развития бизнеса, который абсолютно точно будет востребован повсеместно, при условии достаточного финансирования со стороны государств, снижения налогов на экологически ориентированную деятельность и предоставления льгот.

#### Список литературы

1. IPCC – special report: global warming of 1.5 °C. URL: <https://www.ipcc.ch/sr15/> (Accessed 01.03.2023).
2. Потапова Н.В., Дружинина Е.О., Черноокая Е.В. Стратегии и инновации социально-ответственного бизнеса. URL: [https://rep.bstu.by/bitstream/handle/data/27007/114-119.pdf?sequence=1&isAllowed=y\\_\(Дата обращения 01.03.2023\)](https://rep.bstu.by/bitstream/handle/data/27007/114-119.pdf?sequence=1&isAllowed=y_(Дата обращения 01.03.2023)).
3. IPCC – Пресс-релиз по Обобщающему докладу. URL: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/press/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_PressRelease\\_ru.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/press/IPCC_AR6_SYR_PressRelease_ru.pdf) (Дата обращения 01.03.2023).



**УДК 336.714****ОСОБЕННОСТИ ФИНАНСИРОВАНИЯ НА РЫНКЕ EDTECH**

Сидорова М.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»  
mariya.sidorova02@gmail.com

Пурцман А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»  
purtsman@gmail.com

Научный руководитель: Пилюгина А.В., к.э.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

В современном мире сфера EdTech (education technology – проекты в области образовательных технологий) очень быстро развивается. На данный момент уже насчитывается 30 «единорогов», которые наравне с крупными компаниями борются за внимание инвесторов [1]. Финансирование инвестиций в образовательные технологии, в частности, связано с формированием образа будущего высшего образования. Одной из основных проблем инвесторов в данной области является сложность расчета прогнозируемой будущей «цифровой» доли в глобальных расходах на образование, ведь рентабельность инвестиций остается пока основным критерием эффективности вложения средств.

Преимуществами онлайн образования являются персонализированный подход к обучению, отсутствие жесткого графика занятий и привязки к конкретному месту обучения, что позволяет повысить охваты аудитории и эффективность получения знаний по сравнению с традиционными формами обучения. С точки зрения бизнес-модели основная роль принадлежит тем, кто владеет и контролирует цифровые платформы, контент, которым обмениваются, собираемые цифровые пользовательские данные и связанные с ними права на копирование или интеллектуальную собственность, которые относят к «возвратному» потенциалу как «ожидаемые будущие денежные потоки».

Предоставление и организация программ высшего образования через цифровые активы с долгосрочной финансовой доходностью является привлекательным новым источником будущей стоимости для инвесторов в области образовательных технологий, что способствует развитию в сфере высшего образования новых способов создания стоимости, именуемой техно-научной. Онлайн образование показывает огромный рост на рынке, что доказывает перспективу развития данной отрасли. По данным HolonIQ, в прошлом году было закрыто более 1400 сделок финансирования в EdTech на общую сумму \$10,6 млрд. Российский рынок в 2022 увеличился до 87,8 млрд рублей, что на 14,7% больше, чем в 2021[2]. Несмотря на ожидаемое замедление инвестиций в 2023 году, стабильные результаты в этой сфере должны поддерживать высокий аппетит инвесторов сейчас и в будущем.

Перспективы развития рынка EdTech определяются тем, как инвесторы будут взаимодействовать с компаниями, продукты которых, как ожидается, будут производить воображаемое будущее образования, генерируя при этом акционерную стоимость. Инвесторы предпочитают инвестировать в уникальные «цифровые формы образования», спекулятивно финансируя воображаемые модели преподавания и обучения, чтобы сделать эти формы долговечными и, в идеале, приносить будущий доход как для себя, так и для других инвесторов. Одним из примеров подобного поведения инвесторов можно назвать компанию Otus. Так компания привлекла более 50 млн рублей в 2018 году, а уже в 2021-м компания показала рост чистой прибыли более чем в 2 раза, по сравнению с предыдущим годом [3]. Идея стартапа была не нова и заключалась в создании онлайн-обучения

программистов в группах, через вебинары и домашние задания. Следующим технологическим шагом стали полуиндивидуальные волонтеры-наставники, помогающие по ходу курса, при этом преподавателями курса являются профессиональные разработчики и, одновременно, опытные педагоги.

От инвесторов в EdTech, находящихся на переднем крае создания «формы активов» в качестве нового источника ценности, особенно в сфере высшего образования, требуются усилия не только в построении качественных финансовых прогнозов, но и в дискурсивном построении образовательного будущего. И анализ поведения инвесторов, техно-финансовых оценок и ожиданий инвесторов способствует принятию решений, формированию консенсусного видения таких заинтересованных сторон, как инвесторы и предприниматели, лидеры образования и государственные органы.

#### Список литературы

1. Global EdTech Unicorns: The complete list of Global EdTech Unicorns. URL: <https://www.holoniq.com/edtech-unicorns> (Accessed 08.04.2023).
2. TAdviser: Онлайн-образование (Рынок России). URL: <https://clck.ru/345tA6> (Дата обращения 08.04.2023).
3. Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности. URL: <https://bo.nalog.ru/organizations-card/10276269#financialResult> (Дата обращения 08.04.2023)

#### УДК 368.914

#### АНАЛИЗ ПЕНСИОННОГО СТРАХОВАНИЯ В КИТАЕ НА ПРИМЕРЕ ПЕКИНА

Со С., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»  
sisuo1997@gmail.com

Научный руководитель: Костырин Е.В., д.э.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Установленная законом система базового пенсионного страхования в Китае состоит из трех основных систем: базового пенсионного страхования для работников, базового пенсионного страхования для сотрудников государственных учреждений, а также базового пенсионного страхования для городских и сельских жителей [1, с. 5]. Большинство пенсионных выплат китайских городских жителей состоят из двух компонентов: базовой пенсии и пенсии на персональном счете:

$$П = П_б + П_и \quad (1)$$

где  $П$  – суммарная ожидаемая среднемесячная пенсия, юаней.;  $П_б$  – базовое пенсионное обеспечение, юаней;  $П_и$  – среднемесячная пенсия за счёт средств, накопленных на персональном пенсионном счёте, юаней.

*Базовая пенсия.*

$$И = \frac{\frac{A_1 + A_2 + \dots + A_n}{B_1 + B_2 + \dots + B_n}}{n}, \quad (2)$$

где  $И$  – индекс взносов равен базе заработной платы работника по взносам, деленной на среднюю социальную заработную плату;  $A_i$  – средняя заработная плата работника в  $i$ -ом году, юаней.;  $B_i$  – средняя заработная плата в провинции Китая в  $i$ -ом году, юаней.;  $n$  – период трудовой деятельности, годы.

Тогда формула для расчёта базовой пенсии имеет вид:

$$P_6 = B_0 * \frac{1+I}{2} * n * 1\%, \quad (3)$$

где  $B_0$  – средняя заработная плата в провинции Китая в год выхода на пенсию, юаней.

*Пример расчёта базовой пенсии для граждан Пекина.*

Исходные условия: 30 лет – суммарный период взносов на пенсионное обеспечение; 16 221 юаней – среднемесячная заработная плата в Пекине в 2022 году [2]; 1,2 - средний индекс взносов работника за весь период трудовой деятельности.

$$P_6 = 16\,221 * \frac{1+1,2}{2} * 30 * 1\% = 5\,352,93 \text{ юаней в месяц.}$$

*Персональная накопительная пенсия.*

$$P_n = \frac{H}{J}, \quad (4)$$

где  $H$  – суммарные накопления на персональном пенсионном счёте за период трудовой деятельности с учётом начисленных процентов, юаней;  $J$  – ожидаемая продолжительность жизни в месяцах.

Суммарные накопления  $H$  рассчитываются по следующей формуле:

$$H = B_0 * C * 12 * n, \quad (5)$$

где  $C$  – ставка индивидуального взноса на пенсионное обеспечение, доли ед.

*Пример расчёта персональной накопительной пенсии для граждан Пекина.*

Исходные условия: 8% – ставка индивидуального взноса на пенсионное обеспечение. Тогда суммарные накопления на персональном пенсионном счёте без учёта начисленных процентов равны:

$$H = 16\,221 * 8\% * 12 * 30 = 467\,164,8 \text{ юаней}$$

Если работник выходит на пенсию в возрасте 60 лет, то по формуле (4) среднемесячная пенсия за счёт накоплений на персональном пенсионном счёте равна

$$P_n = \frac{467\,164,8}{139} = 3\,360,9 \text{ юаней.}$$

Таким образом, согласно формуле (1) при выходе на пенсию работник будет получать ежемесячную пенсию в размере:

$$P = P_6 + P_n = 5\,352,93 + 3\,360,9 = 8\,713,83 \text{ юаней.}$$

Коэффициент замещения пенсии (отношение средней пенсии к заработной плате) в Пекине в 2022 году равен

$$K = \frac{8\,713,83}{16\,221} = 54\%$$

где  $K$  – коэффициент замещения пенсии, доли ед.

#### Список литературы

1. Zheng Gongcheng. Pensions in China: changing the system, a list of problems and the development of quality // Chinese Social Security Review. 2020. № 1 (4). pp. 3–18.
2. Статистический ежегодник Китая 2022. URL: <http://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2022/indexch.htm> (Дата обращения 16.03.2023).

**УДК 330.341**

## **О ПЕРСПЕКТИВАХ ЧАСТНО-ГОСУДАРСТВЕННОГО ПАРТНЁРСТВА**

Столярова Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

stolyarovaea@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Пилюгина А.В., к.э.н. доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Статья посвящена исследованию бизнес-модели, с помощью которой происходит финансирование деятельности космодромов. Рассматривается предложенная бизнес-модель частно-государственного финансирования. Выявлены проблемы и ограничения развития частного сектора в космической отрасли. Проведен анализ информации о моделировании и выявлена на данный момент главная задача космодромов.

Важность развития космической деятельности страны влияет на эффективность самих компаний космической отрасли, а также на их проекты. Основные расходы на освоение космического пространства и осуществление космической деятельности в России приходится на государство, в последние годы идет рост бюджетных расходов на данную сферу, как в абсолютном, так и в относительном выражении. Также государство создаёт проекты на будущие годы для финансирования космической деятельности, помимо этого на сегодняшний день производится выполнения объёмных государственных заказов.

В мировой практике существует множество программ по развитию космической сферы и эксплуатации космодромов. Так и в нашей стране воплощается программа, где, помимо государственного финансирования, существует также дополнительный и существенный источник расширения и повышения эффективности космической деятельности России – частный сектор, благодаря взаимодействию с которым обеспечивается: привлечение средств и технологий частного бизнеса; повышение устойчивости космических проектов; максимальная коммерциализация результатов космических исследований и возможности расширения на этой основе финансовой базы; эффективная реализация прикладных проектов, направленных на доведение космических продуктов и услуг до конечных пользователей на возмездной основе. [1]

Также стоит отметить, что необходимо производить сбалансированность затрат на освоение космического пространства, т.е. финансирование коммерциализируемых проектов – в данную сферу необходимо осуществлять и привлекать за счёт капитала частного сектора, в свою очередь финансирование долгосрочных программ будет финансирование за счёт государственного бюджета.

Для моделирования оценки экономических последствий дальнейшего развития инфраструктуры космической отрасли необходимо детально проанализировать и обобщить информацию о расходах, которые связаны с использованием космодромов для частного сектора экономики. Также стоит учесть нагрузку как оборудования, так и рабочего персонала. Впоследствии чего, необходимо создать планирование эффективности использования и критерии оценки плановых финансово-экономических показателей, чтобы понять, что хочет увидеть и получить как космодром, так и сам клиент.

Самой перспективной бизнес-моделью для развития пока что выглядит частно-государственное партнерство: когда государство поддерживает частные проекты и предоставляет им необходимые площадки и ресурсы.

Моделирование нацелено на привлечение и заинтересованность частного сектора экономики, который может реализовать все свои желания в освоении космоса. Поэтому

российские производители пытаются значительно увеличить число инвестиционных проектов и финансовую поддержку в проектах по созданию спутников и средств связи. Для более удобной работы и продуктивности, можно будет разделить предприятие на дочерние, где они будут направлены на определенные цели.

Таким образом анализ бизнес-модели показывает, что в российской практике использование космодромов частным сектором в настоящее время только развивается, ведь это является трудоемким процессом, например, частные космические проекты не могут существовать в отрыве от государственной космической программы. Поэтому космический бизнес развивается только там, где есть технологическая база, регулярные космические запуски и площадки для них; также для развития космических проектов необходимы также фундаментальные научные исследования, которые напрямую зависят от господдержки в этой отрасли. Учитывая все трудности все равно существует ряд, которые активно занимаются освоение космического пространства. Так, например, «Стратонавтика» — компания, которая осуществляет туристические и коммерческие полеты в стратосферу — на высоту 30 км — с использованием собственного стратостатного комплекса. Помимо самих полетов, она запускает метеорологические спутники и размещает рекламу. За десять лет работы «Стратонавтика» осуществила 150 запусков.

По прогнозам, в ближайшие шесть лет активнее всего будут развиваться спутники и все, что с ними связано: связь, интернет, обработка и передача данных. Эти услуги востребованы бизнесом — особенно с развитием интернета вещей — и госслужбами: спутниковые данные помогают вовремя оповещать о стихийных бедствиях, бороться с проблемами экологии. На втором месте — доставка грузов, затем — всевозможные испытания и только потом — полеты с экипажем или туристами.

Одной из главных задач космодромов состоит в том, чтобы наращивать масштаб космических услуг, технологий и человеческих ресурсов, которые в совокупности образуют экосистему для устойчивого развития новой экономики космоса.

Проведенный анализ информации о моделях финансирования космодромов позволят прогнозировать эффективности коммерческих космических запусков для различных секторов экономики.

#### Список литературы:

1. Всемирный научно-исследовательский институт межотраслевой информации – Федеральный информационно-аналитический центр оборонной промышленности (ФГУП ВИМИ). URL: <http://www.vimi.ru/node/245> (Дата обращения 10.04.2023).

#### УДК 004.4

#### ОБЗОР ЭВОЛЮЦИИ КОНЦЕПЦИИ PLM-СИСТЕМ

Травушкина А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

[ntrav@rambler.ru](mailto:ntrav@rambler.ru)

Шаброва А.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

[shabrova.anna.2410@list.ru](mailto:shabrova.anna.2410@list.ru)

Научный руководитель: Шиболденков В.А., к.э.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

В быстроменяющемся современном мире большое значение имеет гибкость

промышленных производств. Так, PLM-системы (Product Lifecycle Management), позволяющие управлять жизненным циклом продукта от идеи до утилизации и обеспечивающие эффективное сотрудничество между различными отделами компании и ее партнерами, становятся более актуальными на глобальном рынке.

Основная цель PLM-систем – улучшение качества продукта, сокращение времени на его разработку и выпуск на рынок, а также уменьшение затрат на производство и обслуживание. При этом PLM-системы позволяют управлять всеми этапами жизненного цикла продукта – от проектирования и разработки до производства, продаж и обслуживания.

С помощью PLM-систем можно легко контролировать каждый этап жизненного цикла продукта, создавать и хранить информацию о нем, а также автоматизировать многие процессы. Это позволяет снизить риски ошибок и повысить эффективность работы компании.

На протяжении долгого времени основным инструментом конструктора оставались САД-продукты: системы, созданные для проектирования и моделирования изделий. Однако по мере перехода к работе в 3D и усложнения конструкторской документации САД (Computer Aided Design) перестали удовлетворять потребностям специалистов. Огромное количество задействованных в цифровой структуре изделия файлов уже не позволяло работать с ними вручную – точнее, это оказалось слишком трудоёмко.

Так появились системы PDM: программы, которые в одном окне объединяли данные справочной, технологической и конструкторской систем. От САД они отличались возможностью гибко управлять всей структурой продукта – назначать связи между файлами, считывать дерево файлов сборок и т. д. Было создано единое информационное пространство с данными о продукте: документацией, инженерными и техническими сведениями, описанием рабочих процессов и т. д. [1].

Следующим шагом стало объединение с этими данными сведений, относящихся к остальным этапам жизненного цикла продукта: стадиям эксплуатации, обслуживания и утилизации. Это и есть PLM-системы: программные комплексы, связывающие между собой конструкторов, технологов, закупки, производство, ОТК и отгрузку. Все подразделения предприятия работают в единой информационной среде, что серьёзно упрощает процессы взаимодействия.

В результате PLM-системы ускоряют проектирование новых изделий, помогают работать с заимствованными данными (например, с ранее разработанными узлами и продуктами), применять проверенные и опробованные решения.

Говоря в цифрах, достигаются следующие результаты [2]:

- вдвое уменьшается время, необходимое на проектирование;
- бюджет проектов сокращается на 15-30%;
- планирование ускоряется на 60%;
- количество ошибок при передаче данных снижается в 10 раз;
- стоимость технической документации и время на её изменение уменьшаются на 30%.

При этом в будущем PLM-система легко интегрируется с ERP (Enterprise Resource Planning), становясь тем самым фундаментом для дальнейшей цифровизации производственного предприятия.

В России, на данный момент времени, рынок российских PLM-систем только начинает развиваться. Так, Росатом готовится вывести на рынок новое инженерное ПО – PLM-систему среднего класса с новым именем САРУС.PLM. Специалисты госкорпорации завершили основной этап разработки и готовятся к коммерческому релизу продукта в 2023 году.

САРУС.PLM – полностью отечественный комплекс, не зависящий от зарубежных технологий. Это ПО – единственная в России PLM-система, которая может работать на российской операционной системе Astra Linux. Важным преимуществом также является использование российской СУБД (системы управления базами данных). Решение имеет исполнение как для коммерческого рынка, так и защищенное исполнение для предприятий ОПК, отметили в Росатоме.

На современном конкурентном рынке руководители должны постоянно думать о повышении операционной эффективности, снижении затрат на инфраструктуру, повышении качества продукции и ускорении сроков вывода на рынок, чтобы повысить общую пропускную способность компании. Компаниям необходимо принять стратегию цифровой трансформации, чтобы сохранить конкурентные преимущества, увеличить выручку и лояльность клиентов и, в целом, быть более отзывчивыми [3].

Исходя из вышеизложенного, данная работа позволяет сделать выводы, что технология PLM-систем является востребованной в деятельности любых компаний. Необходимо развивать данную технологию на российских предприятиях, благодаря чему увеличится конкурентоспособность российской продукции, и это приведёт к росту экономики страны в целом.

#### Список литературы

1. Singh S., Misra S.C. Significance of Cloud PLM in Industry 4.0 // Product Lifecycle Management: The Case Studies. 2019. V.4. pp. 249-255.
2. Что такое PLM система и какие выгоды она даёт. URL: <https://vc.ru/u/990440-1s-oxtron/326144-что-такое-plm-sistema-i-kakie-vygody-ona-daet-predpriyatiyu> (Дата обращения 08.04.2023)
3. Cooper R.G. “The drivers of success in new-product development” in Industrial Marketing Management. 2019. № 76. pp. 36-47.

#### УДК 338.32

#### АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РАБОТАЮЩЕГО НАСЕЛЕНИЯ ПЕКИНА

Хэ П., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

pinghe7483@gmail.com

Научный руководитель: Костырин Е.В., д.э.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Современная китайская система финансирования здравоохранения состоит из трёх важных частей:

1. Система страхования городского работающего населения (UE BMI – Urban Employee Basic Medical Insurance);
2. Система страхования городского неработающего населения (UR BMI – Urban Residents Basic Medical Insurance);
3. Обновлённая система кооперативного медицинского страхования для сельской местности (NRCMS – New Rural Cooperative Medical Scheme) [1].

Система страхования городского работающего населения (UE BMI). Число граждан Китая, участвующих в базовом медицинском страховании, включая UE BMI, UR BMI и NRCMS по всей стране, равно 1 362,97 млн человек, при этом коэффициент участия остаётся стабильным на уровне более 95% [1;3].

Система страхования городского работающего населения (UE ВМІ). Процесс развития UE ВМІ в Китае шел в ногу со временем и экономикой. Продолжительность жизни китайских граждан увеличилась с 70 лет в 1996 году до 77,9 лет в 2022 году, т. е. каждые три года продолжительность жизни в среднем увеличивалась на один год. К концу 2021 года (последние официальные статистические данные) общий объем национальных расходов на здравоохранение составил 7 559,3 млрд юаней, из которых: государственные расходы на здравоохранение равны 2 078,5 млрд юаней, что составляет 27,4%; социальные расходы (МНС, добровольное медицинское страхование, средства фонда базового медицинского страхования) на здравоохранение равны 3 392,3 млрд юаней, что составляет 44,9%; личные расходы на здравоохранение 2 095,48 млрд юаней, что составляет 27,7%. Общие расходы на здравоохранение на душу населения равны 5 348,1 юаней, а отношение общих расходов на здравоохранение к валовому внутреннему продукту (ВВП) составляет 6,5%. Для сравнения, по данным Федеральной службы государственной статистики по состоянию на 2020 год доля государственных расходов на здравоохранение в ВВП РФ составляет 4,6% [7].

В 2021 году общий доход национального фонда базового медицинского страхования составил 2 872,7 млрд юаней, из которых 1 900,3 млрд юаней пришлось на UE ВМІ, что составило 66,1% от общего дохода. Общие расходы национального фонда базового медицинского страхования составили 2 404,3 млрд юаней, а расходы на UE ВМІ равны 1 474,6 млрд юаней, что составляет 61% от общих расходов. Таким образом, накопленный остаток на индивидуальных счетах UE ВМІ составил 1 900,3 млрд юаней - 1 474,6 млрд юаней = 425,7 млрд юаней [3].

В качестве участника: если участник базового медицинского страхования заболел, то он (она) может обратиться непосредственно в местное медицинское учреждение со своей медицинской страховкой и картой безналичной оплаты оказанных медицинских услуг. Застрахованные пациенты могут обратиться в общественные больницы, которые более доступны для малообеспеченных граждан, ибо в комплексную больницу, более комфортную, но с более высокими ценами на медицинские услуги. Следует отметить, что ставки возмещения медицинских услуг, предоставляемых общественными больницами и больницами общего профиля, значительно различаются. Следует отметить, что ставки возмещения за оказанные медицинские услуги в общественных и комплексных больницах существенно отличаются. Так, ставка возмещения для амбулаторной медицинской помощи, оказанной в общественной больнице, равна 90%, а в комплексной больнице, равна 70%.

Отметим следующие преимущества китайской системы финансирования здравоохранения, основанной на МНС: 1. UE ВМІ обеспечивает важную финансовую поддержку медицинским учреждениям на всех уровнях. В 2021 году общий доход национального фонда базового медицинского страхования составил 2 872,7 млрд юаней, из которых 1 900,3 млрд юаней пришлось на UE ВМІ, что составило 66,1% от общего дохода. 2. Политика дифференцированного возмещения медицинского страхования поощряет пациентов обращаться за первичной медицинской помощью и градуированными направлениями, а также способствует оптимальному распределению медицинских ресурсов.

#### Список литературы

1. Документ Государственного совета «Ответ Государственного управления медицинской безопасности на рекомендацию № 8205 третьей сессии Тринадцатого Всекитайского собрания народных представителей». Письмо о медицинской безопасности. 2020. № 39. URL:



file:///C:/Users/%D0%A2%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F%D0%BD%D0%B0/Downloads/%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B%20%D1%84%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%B7%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%BE%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%9A%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%8F.pdf (Дата обращения 11.04.2023)

2. Костырин Е.В., Хэ П. Сравнительный анализ систем финансирования здравоохранения Китая и России // Экономика и предпринимательство. 2021. № 9 (134). С. 239–246.
3. Китайский статистический ежегодник-2021. Национальное бюро статистики Китая, 2021. URL:<http://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2021/indexch.htm> (Дата обращения 09.01.2023)

### УДК 001.895

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ШОКОВ

Чубакова В.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

[vika.tchubakova@yandex.ru](mailto:vika.tchubakova@yandex.ru)

Научный руководитель: Шиболденков В.А., доцент, к.э.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

В настоящее время одной из основ создания перспективной высокотехнологичной продукции, формирования ее конкурентных преимуществ и создания условий перехода к опережающему развитию для организации становится автоматизация процедур принятия эффективных управленческих решений на различных этапах жизненного цикла изделий. За счет современных подходов к цифровому проектированию и моделированию на основе цифровых двойников, цифровой оптимизации подготовки производства и производства принимаемые на данных этапах решения способствуют достижению заданной стоимости конечной продукции и ее экономической конкурентоспособности. Таким образом, объединив производство высокотехнологичной продукции с перспективными подходами цифрового производства в единую методологию, становится возможным цифровое моделирование всех этапов жизненного цикла инновационной продукции с нуля.

Под инновацией понимают новый или усовершенствованный продукт или процесс, который значительно отличается от предыдущих продуктов или процессов, доступен для потенциальных пользователей (продукт) или внедрен (процесс) [2]. Согласно классификации по степени изменения инновации делят на инкрементальные, то есть приводящие к непрерывному движению, не нарушающему равновесия организации в целом, и радикальные, разрушающие сложившуюся систему.

Моделирование жизненного цикла инновации является целью работы и актуально для понимания способов коммерциализации продукта, вычленения финансовых возможностей, а также понимания рынков сбыта.

— Жизненный цикл изделия (продукции) — совокупность явлений и процессов, повторяющаяся с периодичностью, определяемой временем существования типовой конструкции изделия, от её замысла до утилизации или конкретного экземпляра изделия

от момента завершения его производства до утилизации [1]. Жизненный цикл инновационной продукции является предметом данного исследования;

— Модель жизненного цикла — формальное описание, отражающее состав, содержание и взаимосвязи стадий, их этапов, явлений и процессов, имеющих место на разных стадиях жизненного цикла [1];

— Техничко-экономические изменения или смена технологических укладов в теории инноваций — это глубокие изменения, связанные со сменой деловых циклов. Понятие «уклад» означает обустройство, установившийся порядок организации чего-либо. Технологический уклад характеризуется технологическим уровнем составляющих его производств, связанных вертикальными и горизонтальными потоками качественно однородных ресурсов, опирающихся на общий научно-технический потенциал.

Проблема данной работы заключается в том, что на постоянно меняющихся рынках важно постоянно прогнозировать процессы, для чего необходимо моделирование жизненного цикла инноваций. Гипотеза данного исследования заключается в том, что новый технико-экономический уклад требует пересмотра принципов построения и моделирования систем управления жизненным циклом инновационной продукции.

Исследования вопросов автоматизации процессов создания новой продукции показывают, что автоматизация процедур принятия эффективных управленческих решений на разных этапах жизненного цикла изделий становится одной из основ создания перспективной высокотехнологичной продукции, доминирующей на рынке по своим конкурентным преимуществам. Управление жизненным циклом начинается с определения источника идеи продукта, так, главным направлением перспективной продукции в настоящее время являются сквозные технологии, то есть одновременно охватывающие несколько трендов или отраслей. Сквозные цифровые технологии — ключевые научно-технические направления, которые будут оказывать наиболее существенное влияние на развитие рынков. К ним относят нано- и биотехнологии, информационно-коммуникационные технологии, искусственный интеллект.

Для внедрения сквозных технологий и создания инновационной продукции необходим не только новый подход к моделированию жизненного цикла инновации, но и перестройка бизнес-архитектуры предприятия, изменение концепции управления. Такая трансформация может быть достигнута за счет внедрения так называемой цифровой промышленности и перехода к цифровому предприятию, одной из особенностей которого является ориентация на клиента при опоре на тенденции научно-технического развития.

#### Список литературы

1. ГОСТ Р 56136-2014. Управление жизненным циклом продукции военного назначения. Термины и определения. Дата введения : 01.09.2015. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200114158> (Дата обращения 10.04.2023).
2. OECD/Eurostat (2018), Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.

УДК 338.27

## **ПОТЕНЦИАЛ И ОГРАНИЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИИ И СВЯЗИ**

Шурупова Ю.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

yulechka.20.15@mail.ru

Научный руководитель: Погребинская Е.А., д.э.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Потенциал инновационного развития информации и связи обусловлен во-первых, многообразием и неоднородностью данной отрасли, во-вторых, ее локомотивным значением для большинства отраслей и технологий и, наконец в-третьих, синергетическим эффектом от взаимного «подталкивания» в развитии многообразных и прогрессивных подотраслей: издательской деятельности (группировка 58), производства кинофильмов, видеофильмов и телевизионных программ, деятельность в области звукозаписи и издания музыкальных произведений (группировка 59), деятельности в области телевизионного и радиовещания (группировка 60), деятельности в сфере телекоммуникаций(группировка 61), разработке компьютерного программного обеспечения, консультационных услуги в данной области и других сопутствующих услуги (группировка 62), деятельности в области информационных технологий (группировка 63) [1].

К существенным ограничениям инновационного развития можно отнести: во-первых, дисбаланс в уровне и темпах развития подотраслей, во-вторых, значительные проблемы с инвестированием и производством, обнаружившие существенную импортозависимость, в -третьих, серьезное санкционное давление. Как следствие, были предприняты меры поддержки предприятий в области информации и связи. Так как отрасль обширна, то и меры поддержки варьируются от национальных проектов для целой отрасли до индивидуальных дотаций и субсидий для конкретной компании.

В рамках федерального проекта «Цифровые технологии» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» действует комплексная система мер государственной поддержки проектов по разработке и внедрению отечественных цифровых продуктов, сервисов и платформенных решений.

В связи с политической ситуацией в стране, а именно последствиями санкций на российскую экономику существуют программы поддержки среднего и малого бизнеса в России. Поэтому постановлением Правительства РФ от 10.03.22 № 337 был утверждён перечень отраслей для предоставления кредитных каникул малому и среднему бизнесу. В число таких отраслей вошла «Деятельность в области информации и связи (58-63 коды ОКВЭД)» [2].

Благодаря такому государственному управлению были сглажены последствия спада производства после ухода иностранных компаний. Основной проблемой рынка российского IT в 2022 г. стал отток специалистов. Это негативно сказалось на развитии отрасли и наложило свои ограничения. Связано это и с уходом иностранных компаний, и с эмиграцией населения.

Задачи развития в Российской Федерации постиндустриального общества требуют цифровизации как экономики в целом, так и ведущих отраслей, следовательно, в будущем будет происходить развитие данной отрасли в большей мере в сфере IT. «Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2036 года» от Министерства экономического развития Российской Федерации выделяет наиболее существенные аспекты регулирования. Согласно данному документу, доля ВВП

деятельности в сфере информации и связи должна вырасти на 1,3 п.п. к 2031-2036 году по сравнению с 2018 [3].

Отдельно выделен прогноз развития телекоммуникационной, почтовой связи и информационных технологий. Подчеркивается, что основными факторами, влияющими на рост объема услуг в сфере телекоммуникаций, будут макроэкономические параметры развития экономики, уровень доходов населения, состояние инфраструктуры связи, темпы формирования цифровой экономики. В рамках масштабного федерального проекта "Кадры для цифровой экономики" в России проводятся мероприятия, нацеленные на подготовку высококвалифицированных ИТ-специалистов и увеличение возможностей переподготовки граждан в перспективных профессиях в условиях цифровой экономики.

Государство будет и дальше обеспечивать достоверную, объективную и безопасную информацию для граждан, поддержку предприятий отрасли, а также продолжит совершенствовать информационную среду. Перечисленные задачи можно отнести к стратегическим приоритетам [2, 3].

#### Список литературы

1. Расшифровка кодов ОКВЭД и их классификация 2023 год. URL: <https://xn----dtbec0aczc11.xn--p1ai/#10> (Дата обращения 11.02.2023).
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 10.03.2022 г. № 337. URL: <http://government.ru/docs/all/139706/> (Дата обращения 27.02.2023).
3. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2036 года. URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/a5f3add5deab665b344b47a8786dc902/prognoz2036.pdf> (Дата обращения 27.02.2023).

## РАЗДЕЛ «ИНФОРМАТИКА, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ»

### СЕКЦИЯ «ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ, СТАБИЛИЗАЦИИ И НАВИГАЦИИ»

УДК 67.02

#### БАЛАНСИРОВКА КВАРЦЕВЫХ ПОЛУСФЕРИЧЕСКИХ РЕЗОНАТОРОВ ПО 4-ОЙ ГАРМОНИКЕ МАССОВОГО ДИСБАЛАНСА

Ахметзянов О.О., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

akhmetzyanovoo@gmail.com

Кочегизова Л.Е., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Малюгин А.С.,

АО «Инерциальные технологии Технокомплекса»

Мартыненко Д.И.,

АО «Инерциальные технологии Технокомплекса»

Научный руководитель: Фетисов С.В., главный конструктор по системам на ТВГ АО «Инерциальные технологии Технокомплекса»

Базовой деталью твердотельного волнового гироскопа (ТВГ) является высокочастотный кварцевый полусферический резонатор. Его параметры определяют точностные и динамические характеристики гироскопического датчика. На основании анализа основных источников дрейфа ТВГ в работе [1], дрейф стоячей волны может быть записан в виде:

$$\begin{aligned} \frac{d\theta}{dt} = -\Omega \left( K + \frac{k_1}{R_0^2} E \right) - \frac{\Delta\omega N}{4\sqrt{E^2 - N^2}} \cos 4(\theta - \varphi_1) + \frac{k_2 \omega N}{R_0^2} + \\ + \frac{E \sin 4(\theta - \varphi_2)}{(4\sqrt{E^2 - N^2}) \left( \frac{1}{\tau_1} - \frac{1}{\tau_2} \right)} + \frac{\mu N}{E} \sin 2\gamma \end{aligned} \quad (1)$$

Таким образом, систематическая составляющая дрейфа преимущественно зависит от величин добротности и разнородности (компонента 4), а также разнородности (компонента 2) резонатора ТВГ. Данные погрешности являются технологическими, так как определяются неидеальностью его формы и неоднородностью упругих характеристик резонатора в различных сечениях.

Неидеальность формы резонатора можно математически представить в виде распределения дефектных масс на поверхности резонатора. Первая и вторая гармоники распределения погрешностей вызывают расщепление собственной частоты, но их влияние на дрейф по сравнению с расщеплением частоты по четвертой гармонике на порядок меньше. При колебаниях резонатора на основной форме наличие четвертой гармоники

распределения погрешностей приводит к возникновению в резонаторе системы двух собственных осей под углом  $45^\circ$  между ними [2].

Дрейф от расщепления собственной частоты по четвертой гармонике распределения упруго-массовых погрешностей определяется зависимостью:

$$\omega \approx -\left(\frac{1}{8}\right) \sin 8\varphi_0 (\Delta\omega)^2 t, \quad (2)$$

где  $\varphi_0$  – угол, определяющий ориентацию стоячей волны относительно «тяжелой» собственной оси;

$\Delta\omega$  – расщепление собственной частоты;

$t$  – время проведения измерения.

С целью установления соответствия между этими величинами было проведено дополнительные натурные исследования: гироскопу сообщалась дополнительная разночастотность путем введения внешнего сигнала в цифровой контур управления положением волновой картины колебаний. Результаты эксперимента показали линейный и прямо пропорциональный характер данной зависимости, что соответствует [3]. Таким образом, в технологическом цикле изготовления ТВГ большое внимание должно уделяться балансировке резонатора для уменьшения величины разночастотности на несколько порядков.

В данной работе рассматривается способ уменьшения дрейфа ТВГ путем минимизации величины разночастотности с помощью удаления неуравновешенных масс на сегментах оболочки резонатора, образующих 4-ую гармонику массового распределения. Процесс балансировки заключается в точечном удалении избыточного материала резонатора с определенных участков его поверхности, используя ионно-плазменное травление. Балансировка проходит в три этапа: сначала проводится определение параметров резонатора и углового положения его осей жесткости, затем рассчитываются точки и режим травления, после чего производится разворот резонатора на заданные углы и точечное снятие массы.

В целях оптимизации процесса балансировки был разработан программный комплекс, осуществляющий обработку и хранение экспериментальных данных. В данной работе описываются выполняемые программным комплексом функции, его структура и главные особенности.

#### Список литературы

1. Лунин Б.С. Научно-технологические основы разработки полусферических резонаторов волновых твердотельных гироскопов: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.01.03, 05.11.14. Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, 2006. 361 с.
2. Матвеев В.А., Липатников В.И., Алехин А.В. Проектирование волнового твердотельного гироскопа. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. 166 с.
3. Лунин Б.С., Матвеев В.А., Басараб М.А. Волновой твердотельный гироскоп. Теория и технология. М.: Радиотехника, 2014. 174, [1] с.: ил.

УДК 531.39

## СИСТЕМА ОРИЕНТАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИРОДИНОВ

Брызжев И.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

i.bryzzhev@yandex.ru

Научный руководитель: Подчезерцев В.П., к.т.н, доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

В работе рассматривается ориентация и стабилизация космического аппарата (КА), осуществляемые в навигационной системе координат (СК), в качестве которой используется орбитальная система координат (ОСК) [1]. Её положение определяется относительно инерциальной СК, задаваемой с помощью геоцентрической экваториальной прямоугольной системой координат [1].

Ориентация орбитальной СК определяется с помощью трех углов: долгота восходящего узла орбиты, угол наклона орбиты, широта на орбите. Данные углы формируют три матрицы поворотов, перемножение которых формируют общую матрицу перехода от инерциальной СК к орбитальной.

Ориентацию КА относительно навигационной СК определяют углы: крен, тангаж, рыскание. Данные углы формируют три матрицы поворотов, перемножение которых формируют общую матрицу перехода от орбитальной СК к связанной с КА.

Движение космического аппарата на орбите описываются системой из шести уравнений. Первые три уравнения записываются с помощью динамических уравнений Эйлера, определяемых: внешними возмущающими моментами и управляющими моментами, создаваемыми системой ориентации (СО), и главными моментами инерции спутника и его угловыми скоростями и ускорениями [2]. Последние три уравнения отражают кинематику КА и связывают его абсолютные угловые скорости с относительными и переносными скоростями. Измеряя абсолютную угловую скорость и вычисляя переносную, можно определить относительную, интеграл от которой определяет углы ориентации КА относительно ОСК.

Управляющие воздействия на КА обеспечиваются гироскопами, представляющие собой двухстепенные гироскопы с массивными роторами, обеспечивающими большой управляющий момент.

Переориентирование и стабилизация КА, предлагаемая в работе, производится с помощью системы из четырех гироскопов, объединенных в две спарки. В нейтральном положении, то есть при отсутствии управления, первая спарка устанавливается так, чтобы оси прецессии приборов были параллельны продольной оси КА, а вектора кинетических моментов направлены вдоль поперечной оси и направлены в противоположные стороны. Оси прецессии гироскопов второй спарки устанавливаются параллельно поперечной оси КА, при этом вектора кинетических моментов направлены вдоль продольной оси спутника в противоположные стороны.

Для анализа влияния управляющих воздействий на угловую ориентацию КА в данной работе определяется как собственное движение гироскопа, так и действующие на него моменты. Уравнения движения [2] записываются в осях, связанных с корпусом прибора таким образом, что на ось прецессии проецируются инерционные, демпфирующие, гироскопические, центробежные моменты, а также управляющий момент, приложенный к наружной рамке гироскопа. Кроме них будут действовать

внешний возмущающий момент, являющийся источником собственного дрейфа гироидина. Вокруг осей чувствительности каждого гироидина и осей вращения их роторов действуют инерционные, демпфирующие, гироскопические, центробежные и внешние возмущающие моменты.

Управление угловым положением КА относительно орбитальной системы координат по всем трем осям осуществляется моментами, вызываемыми поворотами векторов кинетических моментов гироидинов соответствующей спарки на одинаковые углы навстречу друг другу. В систему уравнений, описывающую динамику управления КА, входят уравнения движений каждой спарки гироидинов с учетом их ориентации на спутнике.

#### Список литературы

1. Основы теории полета космических аппаратов. / под ред. д-ра физ.-мат. наук Г.С. Нариманова и д-ра техн. наук М.К. Тихонравова. М.: Машиностроение, 1972. 608 с.
2. Пельпор Д.С. Гироскопические системы. Теория гироскопов и гироскопических стабилизаторов: Учеб. для вузов по спец. «Гироскоп. приборы и устройства». 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1986. 423 с.

#### УДК 681.51

### **ПОСТРОЕНИЕ ОБЛАСТИ ВАРИАЦИИ КИНЕТИЧЕСКОГО МОМЕНТА СИСТЕМЫ ГИРОДИНОВ МЕТОДОМ ПРОДОЛЖЕНИЯ ПО ПАРАМЕТРУ**

Мартыненко Е.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

ekaterinamart2002@gmail.com

Научный руководитель: Игнатов А.И., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В работе исследуется область вариации суммарного кинетического момента, создаваемого гиросистемой. Гиросистема используется для управления вращательным движением космического аппарата (КА), являющегося гиростатом. В качестве исполнительных органов (ИО) гиросистемы выступают безупорные двухстепенные гироскопы (далее - гироидины). Рассматривается система конфигурации 3 Scissored-Pair Ensemble (3-SPE), образованная шестью гироидинами с одинаковым номинальным значением кинетического момента. Каждой из осей связанной с центром масс КА системы координат параллельны две оси прецессии гироидинов. В ходе работы дополнительно изучаются случаи отказа одного или двух гироидинов системы, для каждого из случаев построена область вариации кинетического момента. Таким образом, к параметрам гиросистемы относятся конфигурация ИО, их количество, а также кинетический и механический моменты [1]. Движение КА рассматривается в режиме поддержания заданной ориентации.

Системы, состоящие из гироидинов, могут реализовать больший в сравнении с маховичными системами механический момент, приложенный к корпусу КА. С другой стороны, синтез законов управления для гироидинных систем куда более затруднителен. Для обеспечения управляемости КА в любом направлении необходимы минимум три гироидина, однако обычно используются системы с избыточным числом ИО. В случае, когда гиросистема состоит из  $n$  одинаковых гироидинов область  $S$  вариации кинетического момента является замкнутой поверхностью сложной формы. Доказано, что приближение области вариации к сфере увеличивает максимально возможный кинетический момент,



реализуемый системой [2]. Для функционирования любой гироскопической системы требуется выполнение условия, которое может быть сформулировано следующим образом: область вариации требуемого кинетического момента должна быть включена в область вариации максимального кинетического момента, который способна обеспечить гиросистема.

Суммарный вектор кинетического момента является функцией времени. Там, где он не принадлежит области  $S$ , управление КА становится невозможным. Вектор кинетического момента представлен в скалярном виде, задано преобразование  $n$ -мерного пространства в трехмерное. С  $n$ -м гиродином связана система координат, в которой задается угол прецессии, описывающий угол поворота вектора собственного кинетического момента гиродин вокруг оси прецессии. Системы гиродин отличаются тем, что их области вариации кинетического момента имеют особые точки. Точка считается особой, если в ней уменьшается ранг матрицы Якоби, составленной из частных производных функции преобразования  $n$ -мерного пространства в трехмерное по углу прецессии.

Вводя ортонормированный базис, связанный с собой точкой, можно увидеть, что векторы вариации управляющего момента лежат в одной плоскости [3]. Орт  $u$  ортогонален этой плоскости и называется сингулярным. Если перераспределением ортов осей роторов гиродин возможно получить управляющий момент в направлении орта  $u$ , то такая особая точка называется проходимой. Такое явление получило название нуль-движения. Если же осуществить движение в направлении орта  $u$  невозможно, то сингулярная точка считается непроходимой.

Помимо внешней оболочки области  $S$ , которая является непроходимой, внутри области вариации существуют дополнительные особые поверхности. Для случая, когда в конфигурации 3-SPE исправны все шесть гиродин, внутренняя область является целиком проходимой [3]. Однако в результате отказа одного или нескольких гиродин возникают непроходимые внутренние поверхности. Для случая  $n = 5$  они гладко сопрягаются с внешней оболочкой.

Для построения областей вариации кинетического момента использовался метод продолжения по параметру. В отличие от эквивалентных подходов, которые подразумевают аналитические вычисления или оперирование частными производными, данный метод прост в реализации. Алгоритм позволяет найти решение системы нелинейных уравнений, задающих в пространстве кривую  $L$ . Пусть известна точка этой кривой  $x_0 \in L$ . Тогда следующую ближайшую к кривой точку будем искать в виде  $x_1 = x_1^* + \zeta$ , где  $x_1^* \rightarrow x_1$  при  $h_1 \rightarrow 0$ . Решение полученной системы ищется с минимальной евклидовой нормой в целях обеспечения единственности. Достоинством метода продолжения по параметру является то, что он позволяет непрерывно строить искомые поверхности и повышать точность нахождения особых точек.

Дополнительно оценить эффективность использования кинетического момента системы можно посредством безразмерного коэффициента использования кинетического момента  $\kappa$ , предложенного в работе [2]. Для конфигурации 3-SPE он достигает 0.667; для сравнения, для гиродин, оси прецессии которых расположены ортогонально граням додекаэдра, коэффициент  $\kappa$  достигает 0.714 или 0.745 при использовании коллинеарных пар, что, с другой стороны, усложняет построение алгоритмов управления.

#### Список литературы

1. Игнатов А.И., Иванов Г.А., Мартыненко Е.В. Анализ схем расположения двигателей-маховиков на борту космического аппарата при управлении движением

- относительно центра масс // Фундаментальные и прикладные задачи механики, в 2 ч. 2022. С. 295-301.
2. Токарь Е.Н. О рациональном построении систем гиросиловых стабилизаторов // Космические исследования. 1978, Т. 16, №1, С. 22-30.
  3. Игнатов А.И., Сазонов В.В. Исследование особых поверхностей систем безупорных гиродинов методом продолжения по параметру // Космические исследования. 2009. Т. 47, № 4, С. 355-362.

#### **УДК 629.056.6**

### **ИМИТАЦИЯ ПОКАЗАНИЙ БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

Молчанов А. Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

amol4anov@mail.ru

Научный руководитель: Быковский А.В., к.т.н, доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС) представляют собой неотъемлемую часть автоматических систем управления. Основная идея БИНС заключается в математическом моделировании платформенного и навигационного трехгранников. Чтобы проверить эффективность БИНС в различных условиях и на различных объектах, полезным инструментом может оказаться программный имитатор полета. Для моделирования траектории полета используется модель беспилотного самолета с электрическим двигателем, который рассматривается как твердое тело с шестью степенями свободы. Движение самолета описывается уравнениями второго закона Ньютона и динамическими уравнениями Эйлера.

Использование БИНС на основе микромеханических датчиков (MEMS) является наиболее подходящим вариантом для компактных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), так как они обладают малыми размерами, что позволяет уменьшить массу и габариты, а также упростить производство. Однако, точность MEMS датчиков относительно низкая, поэтому для их использования в БИНС необходима калибровка и коррекция с использованием внешних неинерциальных источников информации. В навигационном алгоритме БИНС используется коррекция от неинерциальных источников информации, таких как спутниковая навигационная система (СНС), магнитометр, баровысотометр, и радиальная коррекция. Критерием для расчета коэффициентов коррекции является минимизация дисперсии ошибки ориентации [1, с. 20]. Решение задачи имитации измерений, содержащих ошибки инерциально-измерительных блоков (ИИБ) и СНС, осуществляется в два этапа. На первом этапе используются кинематические параметры, которые получены в результате моделирования движения летательного аппарата, а на втором этапе к идеализированным измерениям добавляются сигналы погрешностей.

При помощи разработанного имитатора в рамках исследования был успешно реализован и проверен навигационный алгоритм БИНС. В заключительной части исследования был проведен автономный полет БПЛА, который позволил

экспериментально подтвердить корректность работы разработанной навигационной системы.

#### Список литературы

1. Быковский А.В. Синтез параметров скоростной и позиционной коррекции БИНС. // Авиакосмическое приборостроение. 2021. № 2. С. 19-30.
2. Salychev O.S. Applied Inertial Navigation: Problems and Solutions. – Moscow: BMSTU Press. 2004. 302, [2] p.
3. Соколов С.В., Погорелов В.А. Основы синтеза многоструктурных бесплатформенных навигационных систем. М.:ФИЗМАТЛИТ, 2009. 184 с.

#### УДК 629

#### ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЗЛК-24 И ПУТЕЙ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

Терещенко Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э.Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

dina.ter.a@yandex.ru

Научный руководитель: Зубарев Я.А., ведущий инженер

АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха»

Зеemanовский лазер кольцевой (ЗЛК) является дифференциальным датчиком угловых перемещений. ЗЛК предназначены для высокоточных измерений углов поворота и угловых скоростей объекта, на котором датчик установлен [1].

В процессе создания ЗЛК датчик испытывают с целью установить величину его характеристик и проверить их на соответствие норме. В настоящей работе проводятся и исследуются испытания на ресурс. Ресурсные испытания – это исследования срока сохранения работоспособности деталей, узлов и механизмов в работающих изделиях, которые обычно проводятся при их проектировании. Осуществление испытаний на ресурс позволяет: выявить дефекты конструкции прибора, спрогнозировать срок его службы, изучить изменения интересующих характеристик компонентов в процессе наработки.

Объектом исследования является зеemanовский лазерный датчик с 4-х зеркальным неплоским оптическим контуром производства НИИ «Полюс» ЗЛК-24.

Цель испытаний на ресурс - подтверждение времени наработки на отказ ЗЛК более 1000 часов. Данные испытания проводятся циклами по 200 часов непрерывной работы в определенных температурных условиях каждый:

- 200 часов в нормальных климатических условиях (НКУ);
- 200 часов при температуре плюс 75°C;
- 200 часов при НКУ;
- 200 часов при температуре минус 50°C;
- 200 часов при НКУ.

По результатам проведенных испытаний строятся графики зависимости выходных параметров ЗЛК от времени наработки. В работе проверяется ресурс ЗЛК данного типа более 1000 часов. Для этого вышеизложенный алгоритм испытаний проводится повторно столько раз, сколько потребуется. По методике испытаний на ресурс, приведенной выше, были проведены исследования ЗЛК-24.

Примем во внимание, что изменение тех или иных наблюдаемых параметров происходит по ряду причин для каждой характеристики. Несмотря на это, можно выделить из них те, что влияют наиболее значимо и, опираясь на эти выводы,

анализировать результаты. Таким образом, измеряемые параметры можно считать «индикаторами» процессов, протекающих в приборе, таких как деградация газовой смеси, зеркал, перебоев в работе электроники и других.

Наблюдение за изменениями ключевых параметров в процессе исследования позволяет нам судить о тех или иных физических процессах, происходящих в устройстве. Так падение сигналов вращения при сохранении напряжения горения на стабильном уровне символизирует возможное нанесение грязи на зеркала оптического контура (их деградацию). Слабый рост напряжения горения ЗЛК при испытаниях на ресурс свидетельствует о столь же небольшом изменении состава газовой смеси, что позволяет сделать предварительный вывод о достаточно большой стабильности по данному параметру, и как следствие – надежности, ЗЛК-24.

Исходя из результатов экспериментальных данных (отсутствия выхода за норму ключевых параметров датчика), подтвержден ресурс ЗЛК-24 в 5000 часов.

Существуют 2 основных пути повышения ресурса зеэмановских датчиков. Первым является снижение тока накачки. Низкий ток накачки приводит к меньшей нагрузке на катод датчика, что замедляет его износ. В исследованном датчике ток накачки составляет 0,7 мА, что в большей степени определяет его высокое значение ресурса в отличие от других типов, работающих на токе 1 мА.

Второй путь – увеличение габаритов конструкции, в частности, увеличение катода и его рабочей площадки. Емкость катода и его габариты определяют большую устойчивость датчика к деградации в ходе длительной непрерывной работы.

В ходе данной работы была произведена комплексная оценка изменений во времени параметров ЗЛК. Ранее не проводились наработки на отказ в течение столь длительного срока с целью выявить недостатки конструкции, именно это определяет новизну данной работы.

Разработанная методика позволит проанализировать ухудшения параметров для разработки наиболее эффективных способов увеличения надежности производимых датчиков. Это приведет к уменьшению количества отказов датчиков в ходе проверочных испытаний, следовательно, снижению финансовых потерь в производстве.

Ресурс ЗЛК-24 в 5000 часов является рекордным значением для всех типов датчиков, выпускаемых НИИ «Полюс». Это дает возможность оценить его потенциальное применение в системах с большим временем работы.

#### Список литературы

1. Азарова В.В., Голяев Ю.Д., Савельев И.И. Кольцевые газовые лазеры с магнитооптическим управлением в лазерной гироскопии // Квантовая электроника. 2015. Т. 45, № 2(512). С. 171- 179.

**СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ»****УДК 535****АВТОФОКУСИРОВКА ОБЪЕКТИВОВ МНОГОСПЕКТРАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

Дружинин А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

druzzart56@gmail.com

Научный руководитель: Федоров С.В., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Одним из преимуществ многоспектральных систем является возможность комплексирования [1] изображений разных каналов. Однако, для работы с таким видеопотоком требуется система автофокусировки, способная одновременно настраивать несколько объективов. Следовательно, возникает проблема в виде отсутствия общей оптической архитектуры. Цель – разработать универсальный метод автофокуса, способный параллельно настраивать несколько различных объективов независимо от их оптических характеристик.

Для решения поставленной задачи был использован контрастный автофокус [2], применимый к любым камерам, так как он основан лишь на анализе текущего изображения и не требует никакого дополнительного оборудования.

Таким образом возникают несколько требований к аппаратному обеспечению: 1) высокое разрешение изображения для каждого спектрального канала; 2) стабильная частота кадров в секунду для каждого канала; 3) универсальность алгоритма для различных спектральных каналов; 4) параллельное вычисление контрастности для нескольких видеопотоков; 5) масштабируемость – возможность добавления новых каналов. В качестве решения этой задачи предлагается использование ПЛИС (программируемая логическая интегральная схема), которая обеспечивает высокую производительность, параллельность и модульность, что позволяет легко добавлять новые каналы при необходимости.

Аппаратная часть для каждого из каналов состоит из следующего алгоритма: 1) на вход подается видеопоток с камеры; 2) если канал цветной, то он подается на модуль дебайеризации; 3) видеопоток в градациях серого подается на модуль оценки SF (sharpness function, функция резкости); 4) с помощью интерфейса Avalon реализован обмен полученных данных с микропроцессором Nios II.

Существует большое количество алгоритмов оценки контрастности. В данной работе контрастность оценивается как объем границ изображения. Исходя из реализации алгоритма было принято решение разбить модуль оценки контрастности на два модуля: 1) выделение границ изображения; 2) подсчет объема границ. Высокочастотные границы изображения выделяются с помощью операции свертки с усредняющим окном. Далее находится разность по модулю между полученным усредненным изображением и исходным до фильтрации.

Модуль подсчета объема границ суммирует полученные данные и имеет несколько настроек, которые прописываются от микропроцессора Nios II. Шум также вносит дополнительные значения после выделения границ. Для предотвращения влияния шумов используется пороговое значение при суммировании, которое можно менять в процессе

автофокусировки. Также для анализа подсчитывается максимальное значение среди пикселей выделенных границ. Суммирование происходит внутри ROI (region of interest, область интереса), которую также можно изменить оператору.

Программная часть состоит из следующего алгоритма: 1) инициализация параметров каналов в виде массива указателей на их структуры; 2) инициализация обмена сообщениями с оператором (запуск автофокуса или смена ROI); 3) поочередный вызов главной функции автофокуса проинициализированных каналов и проверка флага запроса на запуск или смену ROI; 4) если запрос есть, то отключается автоэкспозиция на время работы автофокуса, так как она создает разрывы на графике SF; 5) в аппаратную часть записывается ROI; 6) фокусирующая линза отправляется в крайнее положение; 7) засекается время, для отслеживания таймаута; 8) детектирование максимума SF и разворот линзы в другую сторону; 9) детектирование максимума SF с другой стороны и отправка линзы в окрестность максимума; 10) подфокусировка на минимальном шаге привода в обе стороны. Для ускорения поиска максимума SF перед каждым разворотом линзы в аппаратную часть записывается пороговое значение как треть от вычисленного максимума среди пикселей выделенных границ. При работе с тепловизором для борьбы с эффектом «нарцисс» [3] крайние положения линзы смещаются немного к центру, так как этот эффект дает сильный прирост к SF. Детектирование максимума происходит, когда текущее SF падает на определенную долю от максимального.

Таким образом, был разработан универсальный метод автофокуса, способный параллельно настраивать несколько различных объективов независимо от их оптических характеристик. Использование ПЛИС, позволяет распараллелить обработку видеопотоков. Собранная система на кристалле Nios II поочередно опрашивает аппаратный модуль оценки SF и отвечает за взаимодействие с камерами.

#### Список литературы

1. Аксенов О.Ю. Совмещение изображений // Цифровая обработка сигналов. 2005. № 3. С. 51-55.
2. Козлов А.В. Методы контрастного автофокуса и их применение в современных цифровых камерах // Фототехника. 2012. № 3. С. 26-31.
3. Яковлев Д.В., Куров В.Н., Матвеев Ю.А. Рассмотрение эффекта нарцисса в тепловизионной камере // Труды Института системного программирования РАН. 2004. Т. 16. № 2. С. 453-464.

#### УДК 004.93

### ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМА ОТСЛЕЖИВАНИЯ — ОБУЧЕНИЯ — ОБНАРУЖЕНИЯ В КОМПЬЮТЕРНОМ ЗРЕНИИ

Земцов Д.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

zemtsovdv@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Локтев Д.А., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

В данной статье рассматриваются особенности алгоритма отслеживания - обучения - обнаружения (ОтОбОб)[1]. Он является мощным методом отслеживания объектов на видео. Компонент отслеживания позволяет точно определять местоположение

объекта в каждом кадре видео с помощью алгоритмов оптического потока и методов обнаружения объектов. Компонент обучения включает обучение системы на конкретном объекте, который необходимо отслеживать, с использованием алгоритмов машинного обучения. Компонент обнаружения выполняется для каждого кадра видео с использованием алгоритмов обнаружения, которые позволяют идентифицировать объект на основе его характеристик и сравнивать его с обученной моделью. Он разработан таким образом, чтобы быть устойчивым к окклюзии, деформации и другим проблемам, которые могут возникнуть при отслеживании объектов.

Использование ОтОбОб может быть полезным во многих сферах, например, для обеспечения безопасности в аэропортах и железнодорожных станциях, отслеживания лиц и транспортных средств на дорогах, обнаружения движений на складах и других промышленных объектах, а также обнаружения нежелательных объектов на строительных площадках. Её использование может значительно улучшить работу систем видеонаблюдения и автоматизированного управления транспортом.

Однако, несмотря на все преимущества ОтОбОб проявляет и некоторые недостатки. Например, этот метод может иметь ограниченную точность при отслеживании объектов, которые:

- Двигаются слишком быстро или слишком медленно;
- Существенно меняют свою форму или размер;
- Вращаются вдоль собственной оси и/или оси наблюдения.

Тем не менее, хотя рассматриваемый метод и остается одним из наиболее эффективных инструментов для отслеживания объектов на видео, существуют объективные предпосылки для его доработки.

Предполагается произвести эксперименты с изменением модулей обучения и обнаружения. В связи с хорошими результатами, которые показали рекуррентные нейронные сети при анализе изображений [2] планируется сконцентрироваться в первую очередь на узлах долгой краткосрочной памяти и управляемых рекуррентных блоках [3].

Хотелось бы найти минимальное количество слоев разрабатываемого рекуррентного модуля, поскольку это напрямую скажется на производительности и возможности встраивать решение в спектр систем с небольшой вычислительной мощностью. С другой стороны не должна как не пострадать основная функция — обнаружение и обучение. В связи с тем, что данная разработка может быть использована в различных целях, в том числе военного применения, полностью публиковать и описывать планируемую архитектуру и предоставляемые ей выгоды в открытых источниках нецелесообразно.

Поскольку модуль отслеживания в определенных пределах достаточно хорошо выполняет свои функции, изменения его структуры, скорее всего, не потребуются. Он основан на сглаживании векторов движения в оптическом потоке, область интереса которого первоначально задаётся пользователем. Затем рассчитывается изменение в движение у двух следующих последовательно кадров. То есть, на самом деле измеряется перемещение некоторых точек в пределах ограниченной зоны изображения и делается предварительную сортировку, которая способствует ускорению дальнейших расчётов за счёт отбраковывания до 90% участков зоны интереса без или с минимальным смещением. Впоследствии рассчитывается медиану от смещения всех значимых блоков и передвигает область интереса. При этом используется сетка со стороной квадрата в 10 точек, а движение рассчитывается пирамидальным трекером Лукаса-Канаде, который организован в виде двухуровневой пирамиды и представляет собой стрелочные вектора максимум 10x10 точек.

## Список литературы

1. Kalal Z., Mikolajczyk K., Matas J. Tracking-Learning-Detection // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2012. pp. 1409-1422.
2. Локтев Д.А., Быков Ю.А., Коваленко Н.И. Использование метода анализа размытия изображения для определения внешних дефектов железнодорожного пути // Наука и техника транспорта. 2016. № 1. С. 69-75.
3. Loktev D.A., Loktev A.A., Makarov A.A., Shepelev D.N. The system simulating the state of the objects and the process of their monitoring with the help of the convolutional neural network // International Review on Modelling and Simulations. 2022.V. 15. № 1. pp. 1-9.

**УДК 004.522****ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ**

Рахманов С.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

rakhmanov.sergey@gmail.com

Научный руководитель: Локтев Д.А., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

В диалоге между людьми эмоциональная составляющая играет огромную роль – по ней говорящий может понять отношение собеседника к сообщаемой информации. В современных информационных системах, имитирующих голосовых ассистентов, отсутствует возможность определять эмоции пользователя, что лишает их возможности получать обратную связь реакцию польза на запросы и отдаляет голосовые системы от «человеческого» уровня.

Целью является проведение сравнительного анализа следующих аспектов, возникающих при решении задачи распознавания эмоций: (1) выбор набора данных, (2) модель эмоции, (3) классификатор.

1. Набор данных. Содержит отрывок с высказыванием и эмоцию, с которой высказывание произнесено. Необходим для обучения модели распознавания. Существующие наборы данных по способу генерации можно разделить на два типа: профессиональные, в которых высказывания произносятся профессиональными актерами, и естественные, в которых используются фрагменты диалогов между людьми, не пытающимися специально воспроизвести эмоцию. Первый тип является самым частым выбором при обучении подобных информационных систем. Такие наборы, обычно, включают в себя полный набор эмоций и имеют хорошее качество записи. При обучении модели распознавания эмоций качество может оказаться достаточно высоким. Однако, результаты работы обученной модели в реальных условиях могут быть значительно хуже тренировочных запусков. Отличительной особенностью второго типа является абсолютно реальное звучание эмоции. Сложность при обучении модели на таких наборах может возникать из-за несбалансированности данных, небольшого количества эмоций и разных длительностях фрагментов.

2. Модель эмоции. Распознавание эмоций может быть смоделировано как задача классификации, так и как задача регрессии. Эмоция — это непрерывная активность, то есть уровень любой эмоции является непрерывной переменной. Для удобства принято разделять непрерывную эмоцию на отдельные дискретные значения.



Существует семь основных дискретных эмоций: гнев, радость, нейтральность, грусть, разочарование, отвращение и скука [1,2]. Идентификация уровня эмоций как непрерывной переменной осуществляется в терминах его трех основных примитивов: (1) возбуждение, (2) валентность и (3) доминирование. Каждый примитив представляет собой непрерывную переменную, содержащую значение в заданном диапазоне. Три примитива представляют эмоцию в трехмерном пространстве, и любая дискретная эмоция может быть интерпретирована в этом непрерывном трехмерном пространстве. Например: высокое возбуждение, низкая валентность и высокая мощность могут быть интерпретированы как эмоция гнева.

3. Классификатор. Позволяет, используя заданную модель, определять эмоциональную составляющую используя ряд признаков. Можно разделить классификаторы на те, в которых используются традиционные методы и те, в которых используются DNN модели. В первом типе для распознавания эмоций используются такие алгоритмы машинного обучения как SVM, HMM, модель гауссовой смеси (GMM), K-ближайших соседей (KNN), искусственная нейронная сеть (ANN), дерево решений и нечеткие классификаторы. Часто используется комбинация методов. Например, в научной работе [3] авторы объединили три различных традиционных классификатора, а именно GMMs, SVMs и ANN, используя мета-дерево решений. Во втором типе классификаторов в основе находятся нейронные сети глубокого обучения. Одними из алгоритмов искусственных нейронных сетей, используемых для распознавания эмоций, являются нейронная сеть с прямой связью (FFNN), последовательная нейронная сеть (CNN), рекуррентная нейронная сеть (RNN) и нейронная сеть с автоматическим кодированием (AEN). В научной работе [4] авторы использовали спектрограмму с использованием нейронных сетей глубокой свертки (DCNNs). Точность распознавания была улучшена на 2,41% по сравнению с акустическими функциями SVM.

#### Список литературы

1. Локтев Д.А., Локтева О.С. Автоматизация поведенческого аудита на основе распознавания эмоций человека с использованием нейронной сети // Промышленные АСУ и контроллеры. 2022. № 10. С. 24-30.
2. Локтева О.С., Завьялов А.М., Локтев Д.А. Снижение влияния человеческого фактора на основе определения эмоционального состояния работника путем обработки его изображений // Наука и техника транспорта. 2021. № 2. С. 95-100.
3. Wu C.H., Liang W.B. Emotion recognition of affective speech based on multiple classifiers using acoustic-prosodic information and semantic labels // IEEE Trans. Affect. Comput. 2010. № 2. pp. 10–21.
4. Zheng W., Yu J., Zou Y. An experimental study of speech emotion recognition based on deep convolutional neural networks // IEEE. 2015. DOI:10.1109/ACII.2015.7344669

**УДК 004.89**

## **ОСНОВНЫЕ ВИДЫ СИСТЕМ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА**

Саккур Л., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

lana.saqqour@gmail.com

Научный руководитель: Локтев Д.А., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Проведен краткий обзор основных существующих видов систем машинного перевода, описываются их особенности. Приводятся четыре типа систем: на основе грамматических правил, статистические системы, гибридные системы и нейронные системы машинного перевода (NMT). Контроль человеческого перевода осуществляется с помощью постредактирования машинного перевода (МТРЕ).

Под машинным переводом мы понимаем «процесс перевода текстов с одного естественного языка на другой с помощью специальной компьютерной программы».

Возможность пользоваться услугами системы машинного перевода практически в любой точке мира и в любое время. Несомненным преимуществом таких технологий является широта представленных языков, количество которых только увеличивается [1].

Тем не менее, несмотря на весь прогресс и успехи машинного перевода, его простоту и удобство использования [2], обычные пользователи и специалисты отмечают существующие ошибки в переводах, получаемых с помощью таких систем. В настоящее время его можно использовать только в качестве вспомогательного средства для ручного перевода.

В настоящее время различают четыре вида систем машинного перевода [3]:

### 1) Системы на основе грамматических правил

Они анализируют текст, который используется в процессе перевода. Перевод основан на бесчисленных грамматиках, которые охватывают семантические, морфологические и синтаксические шаблоны обоих языков, а также встроенные словари для данной языковой пары и для точной настройки движка могут быть добавлены настраиваемые списки терминологии. Добавляя специфическую терминологию по определенной теме или отрасли, можно получить более надежный результат перевода по этой конкретной теме.

### 2) Статистические системы

В своей работе они используют статистический анализ, так как содержат двуязычный корпус текстов, содержащий большое количество текста на исходном языке и его "ручной" перевод на нужный язык, после чего система анализирует статистику межъязыковых соответствий, синтаксических конструкций и т. д.

Системы статистического перевода извлекают уроки из своих предыдущих переводов и повышают качество своей работы, особенно при добавлении текстов по определенной теме.

### 3) Гибридные системы

означает, что используются два предыдущих решения одновременно. Компании используют этот метод как надежный способ обеспечения точности и контроля, вместо того чтобы полагаться на одно решение.

### 4) Нейронные системы машинного перевода (NMT)

Наиболее актуальный из четырех методов машинного перевода. Он отходит от статистических методов, использующих отдельно разработанные подкомпоненты. NMT

использует векторные представления для слов и внутренних состояний. Модели NMT проще, чем модели, основанные на фразах, и используют только одну модель последовательности, которая предсказывает одно слово за раз. Используя глубокое обучение и обучение представлению, NMT использует искусственные нейронные сети для прогнозирования последовательности слов и постоянно улучшает переводы, изучая ресурсы и базы данных. Программное обеспечение NMT работает на графических блоках ЦП, чтобы обеспечить огромную вычислительную мощность, необходимую для работы.

Несколько лет назад наиболее распространены были системы машинного перевода, основанные на статистическом анализе. Они были проще создать и поддержать, а для их обучения было доступно много данных. Системы, основанные на правилах, были трудны в разработке и поддержке. Но они уже сейчас имеют куда более высокое качество перевода, чем системы, основанные на статистике, и являются более перспективными. Разработки систем на основе правил будут представлять больший интерес, так как качество перевода систем, основанных на статистике, увеличивается нелинейно, и в определенный момент настанет ситуация, после которой увеличение числа данных уже не будет давать заметного улучшения качества перевода. Система машинного перевода, обладающая открытостью и гибридным построением, используя сильные стороны российского НЛП-сообщества, будет лучшей и наиболее перспективной для достижения перевода, максимально приближенного к человеческому. Нейронный машинный перевод улучшается каждый год на 3-7%, и его развитие будет продолжаться по мере роста спроса на переводческие услуги и улучшения машинного обучения. Машинный перевод будет использоваться для частей контента, с контролем человека за переводом или без него, и контроль человеческого перевода осуществляется с помощью постредактирования машинного перевода (МТРЕ).

Для создания идеальной системы машинного перевода необходимо учитывать следующие качества:

- открытость для обновления норм базы всем обществом;
- гибридное построение, объединяющее методы статистического языка и сильные стороны российского НЛП-сообщества;
- использование нейронных сетей для создания перевода, максимально приближенного к человеческому.

Нейронный машинный перевод улучшается каждый год на 3-7%, что эксперты измеряют с помощью монтажного расстояния. Это показатель количества правок, необходимых для получения перевода, равного человеческому. Нейронный машинный перевод будет продолжать развиваться вместе с ростом спроса на переводческие услуги и при улучшении машинного обучения. В будущем, внедрение нейронного машинного перевода будет происходить быстрее, поскольку количество контента, требующего локализации, растет в геометрической прогрессии. Кризис COVID-19 ускорил цифровую трансформацию предприятий и вызвал потребность в дополнительных услугах по переводу. Эти рыночные условия приведут к тому, что машинный перевод будет использоваться для частей контента, с контролем человека за переводом или без него. Контроль человеческого перевода осуществляется с помощью постредактирования машинного перевода (МТРЕ). Это гибридный подход, который сочетает в себе машинный и традиционный человеческий перевод. Постредактирование выполняется после процесса машинного перевода, чтобы улучшить качество переведенного текста.

Таким образом, были рассмотрены четыре вида систем машинного перевода, отмечена необходимость улучшения машинного перевода между русским и арабским языками.

## Список литературы

1. Алексеева И.С. Введение в переводоведение. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 352 с.
2. Локтева О.С., Локтев Д.А. Социальное партнерство как инструмент увеличения безопасности труда в транспортной отрасли // Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство. 2017. Т. 11. № 11 (11). С. 72-80.
3. Мансур Н.З., Саттарова Ф.Т., Бурнашев Р.Ф. Роль лингвистических корпусов в создании и совершенствовании систем машинного перевода// Science and Education. 2022. Т. 3, В. 2. С. 1348-1358

**УДК 004.89****ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ, БАЙЕСОВСКОГО МЕТОДА (ВОСПД) И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ СЕТЕВОГО ТРАФИКА**

Сохранная А.Е., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Научный руководитель: Гребенюк Е.А., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Обнаружение атак сетевого трафика может выполняться в двух режимах: по историческим данным в режиме offline и в режиме получения текущих наблюдений online. Режим, online, который рассматривается в настоящей статье, позволяет своевременно обнаружить вторжение злоумышленника и предотвратить последствия вторжения. В работе было проведено сравнение эффективности 3-х различных подходов для обнаружения атак: машинного обучения Random forest [1], последовательного анализа CUSUM [2], и Байесовского алгоритма обнаружения точки изменения в реальном времени (ВОСПД) [3].

Алгоритм CUSUM основан на использовании логарифмического отношения правдоподобия. Основная идея этого алгоритма состоит в том, что математическое ожидание отношения правдоподобия отрицательно в отсутствие изменений в процессе и начинает расти при изменениях определенного типа. Этот алгоритм при определенных условиях обладает оптимальными свойствами: минимизирует запаздывание при ограничении на число ложных обнаружений.

Алгоритм ВОСПД при получении нового наблюдения вычисляет вероятность того, что это наблюдение распределено по тому же вероятностному закону что и предыдущие наблюдения с момента точки изменения и сравнивает ее с вероятностью того, что распределение нового наблюдения изменилось. Решение принимается по максимуму из двух вероятностей.

Для анализа был использован набор данных RegSOC-KES2021, содержащий данные о характеристиках трафика и типах атак. Выбор обусловлен тем, что характеристики трафика в нем представляют собой временные ряды (в отличие от большинства других наиболее известных наборов данных) [4].

Данные собирались в 2021 году в течение 12 дней подряд и состоят из 12 960 записей. Они описывают сетевой трафик, в который были внесены искусственные аномалии. Исходные потоки агрегируются в одноминутные интервалы, и каждая запись включает набор из 50 переменных (признаков) и 6 выходных переменных: 5 бинарных

переменных, являющихся признаками наличия атаки определенного типа (ftp, ssh, rdp, dos, ftp + rdp) и переменной, указывающей тип атаки.

Каждый тип атаки встречается в наборе 3 раза. Обучение Random Forest, выбор настроечных параметров алгоритма CUSUM и инициализация начальных значений параметров алгоритма ВОСПД выполнялись по набору данных, включающему по две атаки каждого типа. Тестирование проводилось по набору данных, включающему по одной атаке каждого типа. Если запаздывание алгоритма более 5 минут, то обнаружение не засчитывается. В столбцах таблицы указан набор параметров, каждый из которых выдает сигнал о наличии атаки, тип которой указан в строке. Число перед списком параметров указывает величину запаздывания. Random forest использует все параметры.

По результатам эксперимента можно сделать следующие выводы.

Алгоритм CUSUM:

параметры doc\_count, network\_packets\_q1, network\_packets\_q2, source\_packets\_q1, source\_packets\_q2, source\_bytes\_q1, dns, icmp, tls, network\_bytes\_q3, destination\_bytes\_q3, destination\_bytes\_avg, destination\_packets\_q1 подходят для выявления атаки типа DOS;

параметры destination\_packets\_q2, source\_bytes\_q1 подходят для выявления атаки типа FTP;

параметры network\_packets\_q3, source\_packets\_q3, destination\_packets\_q2 подходят для выявления атаки типа RDP;

параметр source\_packets\_q2 может быть использован для выявления атаки типа FTP-RDP.

Атака типа SSH не может быть обнаружена методом CUSUM.

Алгоритм ВОСПД:

параметры doc\_count, network\_packets\_q1, source\_packets\_q1, destination\_packets\_q1, network\_bytes\_min, network\_bytes\_q3, source\_bytes\_min, source\_bytes\_q1, destination\_bytes\_min, destination\_bytes\_q3, http, icmp, tls могут быть использованы для обнаружения атаки типа DOS;

параметр network\_packets\_max может быть использован для обнаружения атаки типа FTP;

параметры network\_packets\_q3, source\_packets\_q3, destination\_packets\_q3, source\_bytes\_q3, destination\_bytes\_q2 могут быть использованы для обнаружения атаки типа RDP;

параметры source\_packets\_q2, source\_packets\_q3, network\_bytes\_q1, network\_bytes\_q2, source\_bytes\_max, source\_bytes\_avg могут быть использованы для обнаружения атаки типа SSH;

параметры network\_packets\_q3, network\_packets\_avg, source\_packets\_q3, network\_bytes\_q2, network\_bytes\_q3, network\_bytes\_avg, source\_bytes\_q1, source\_bytes\_q2, source\_bytes\_q3, source\_bytes\_avg могут быть использованы для обнаружения атаки типа FTP-RDP.

Random forest может быть использован для обнаружения атак типов RDP и FTP-RDP.

#### Список литературы

1. Yihunie F., Abdelfattah E., Regmi, A. Applying machine learning to anomaly-based intrusion detection systems. // IEEE Long Island Systems, Applications and Technology Conference (LISAT). 2019. pp. 1-5.
2. Tartakovsky A., Nikiforov I., Basseville, M.. Sequential analysis: Hypothesis testing and changepoint detection. // CRC Press. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1201/b17279>
3. Adams R.P., MacKay D.J. Bayesian online changepoint detection. 2007. DOI:

<https://doi.org/10.48550/arXiv.0710.3742>).

4. Wawrowski Ł., Michalak M., Białas A., Kurianowicz R., Sikora M., Uchroński M., Kajzer A.. Detecting anomalies and attacks in network traffic monitoring with classification methods and XAI-based explainability. // *Procedia Computer Science*. 2021. V. 192. pp. 2259-2268.

#### **УДК 330.47**

#### **ВИДЫ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ**

Щербинин Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Научный руководитель: Боровик И.Г., ст.преподаватель,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

В настоящее время автоматизация бизнес-процессов в компании становится необходимостью. Показываются преимущества автоматизированного процесса в сравнении с ручным. Описываются этапы внедрения автоматического бизнес-процесса в компанию, проблемы, возникающие при внедрении, отладке и дальнейшей оптимизации, и развитии алгоритма процесса, а также описаны возможные методы их решения.

Бизнес-процесс – это некоторая повторяющаяся много раз последовательность действий, направленная на создание продукта, имеющего ценность для клиентов. Такими продуктами могут быть как товар или услуга, так и какой-либо документ или информация. Условно все бизнес-процессы компании можно разделить на внутренние и внешние. К внутренним относятся найм сотрудников и процесс их обучения и внедрения в работу команды (онбординг), генерация новых подразделений и команд, ротация внутри компании и др. Если же бизнес-процесс включает в себя взаимодействие с клиентом или с другой организацией (это могут быть как поставщики оборудования и/или материалов, так и аутсорсинговые компании и государственные органы), то такой процесс будет считаться внешним.

Если хотя бы часть бизнес-процессов остается не отлаженной, то компания будет нести финансовые и репутационные потери, а их конкурентоспособность снизится [1]. Из-за плохо настроенных процессов компания встречается со следующими проблемами:

- Трата ресурсов,
- Падение производительности и срывы сроков,
- Дублирование работы,
- Недовольство клиентов,
- Снижение мотивации сотрудников.

Небольшие компании могут решать эти проблемы путем внедрения информационных систем (ИС) предприятия. Такое решение подразумевает ручное управление сотрудником процессов, используя только ИС. Это возможно при малом количестве процессов и их относительной простоте.

Например, работа гипотетического фитнес-центра будет состоять из продажи абонементов клиентам, найма сотрудников офиса и тренеров на работу, организации занятий для клиента с тренером, а также из покупки, обслуживания и обновления оборудования. Создание ИС для таких компаний не будет требовать больших вливаний денежных средств, а также не займет много времени для разработки и внедрения, но при этом значительно повысит эффективность всех процессов, облегчит работу сотрудников,

и поможет привлечь новых клиентов. Дальнейшая автоматизация нужна будет при большом увеличении потока клиентов, роста количества и сложности бизнес-процессов для нового скачка эффективности. В ином случае затраченные время и средства не дадут желаемого результат, а иногда могут ухудшить все производство.

Другое положение вещей происходит в крупных компаниях (особенно в IT-гигантах, таких как Яндекс, VK, больших компаниях банковского сектора). Число их клиентов насчитывает десятки миллионов, а количество бизнес-процессов в них измеряется сотнями, зачастую даже тысячами. Ручное сопровождение всех процессов становится невозможным. Поэтому компании делают упор на автоматизацию всех их бизнес-процессов – это перенос всех задач, которые обычно выполняются сотрудниками вручную, на автоматические «рельсы» [2].

Правильно настроенные автоматизированные бизнес-процессы позволяют освободить ресурсы, своевременно реагировать на изменения в рынке, быстро принимать решения и планировать долгосрочное развитие компании [3]. Целью автоматизации бизнес-процессов является не замена сотрудника, который многократно выполняет одну и ту же задачу, на программного робота. Благодаря ей, сотрудники компании избавляются от рутинных и механических задач. Они могут применить себя в новой роли для своего процесса, сфокусироваться на выполнении новых обязанностей, предполагающей применение опыта и знаний сотрудника.

#### Список литературы

1. Hammer M., Champy J. Reengineering the corporation: a manifesto for business revolution // New York, NY: HarperBusiness. 1993. 223 p.
2. Локтев Д.А., Локтева О.С. Автоматизация поведенческого аудита на основе распознавания эмоций человека с использованием нейронной сети // Промышленные АСУ и контроллеры. 2022. № 10. С. 24-30.
3. Harrington H.J. Business process improvement: the breakthrough strategy for total quality, productivity & competitiveness // McGraw-Hill. 1991. 274 p.

## **СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ»**

**УДК 621.314.1**

### **ПОСТРОЕНИЕ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОГО МОДУЛЯТОРА НА БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ**

Брыкин Г.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

glebsbrykin@yandex.ru

Научный руководитель: Белодедов М.В., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Для преобразования постоянного напряжения в современных электронных устройствах используются транзисторные преобразователи, характеризующиеся высокой эффективностью и надёжностью, компактными размерами и невысокой стоимостью. Во многих случаях используются импульсные преобразователи, построенные по топологии буст- или бак-конвертера для повышения либо понижения напряжения соответственно. Такие преобразователи способны быстро менять коэффициент преобразования в широких пределах, что позволяет использовать их в том числе в составе импульсных стабилизаторов напряжения в качестве регулирующих элементов. Преобразователи данных топологий управляются широтно-импульсным сигналом, формируемым электронной схемой – широтно-импульсным модулятором, на вход которого подаётся аналоговый модулирующий сигнал. В большинстве случаев широтно-импульсные модуляторы реализованы в виде специализированных интегральных микросхем, что делает их чувствительными к воздействию ряда внешних факторов, таких как ионизирующее излучение, выбросы в цепях питания и сигнальных цепях, мощные электромагнитные поля [1- 3].

Реализация широтно-импульсного модулятора на дискретных биполярных транзисторах в некоторых случаях может быть предпочтительнее классических решений на базе ИС ввиду большей устойчивости биполярных транзисторов к кратковременным перенапряжениям (в том числе статическому электричеству) и ионизирующему излучению, а также меньшей чувствительности всей схемы к мощным электромагнитным полям. Недостатком широтно-импульсного модулятора на дискретных биполярных транзисторах является существенно большее энергопотребление по сравнению с решениями на базе ИС, большие габариты, а также более высокая стоимость.

Предлагаемая схема широтно-импульсного модулятора на биполярных транзисторах содержит 13 современных транзисторов, 6 диодов Шоттки, 12 резисторов и 1 конденсатор. Все компоненты могут быть выбраны в SMD-исполнении (поверхностного монтажа), что позволяет сделать устройство достаточно компактным. Схема состоит из 3 самостоятельных логических блоков – генератора пилообразного напряжения, компаратора напряжения и выходного буферного каскада.

Проведённые испытания схемы показали, что частота ШИМ может быть установлена в широком диапазоне – от единиц Герц до 100 кГц без потери точности, выходной ток схемы в зависимости от напряжения питания составляет от 200 до 600 мА, схема сохраняет работоспособность при питающих напряжениях от 3 до 24 Вольт. Для проверки устойчивости схемы к влиянию мощных электромагнитных полей и выбросам,



на базе данной схемы был построен регулируемый понижающий преобразователь напряжения и подключен к мощному трансформатору Тесла, расположенному в 5 сантиметрах от схемы. Экранирование и заземление при этом отсутствовало. Работа схемы контролировалась осциллографом и стрелочным вольтметром. Измерения и визуальные наблюдения показали, что разработанная схема работала штатно, последующая проверка электронных компонентов схемы повреждений не выявила.

Можно сделать вывод, что разработанная схема широтно-импульсного модулятора на биполярных транзисторах обладает достаточной устойчивостью к мощным электромагнитным полям, а также выбросам в цепях питания. В дальнейшем возможна также проверка надёжности схемы при работе в условиях повышенных уровней ионизирующего излучения.

#### Список литературы

1. Артемов А.Д., Данилин Ю.И., Курышев А.В. и др. Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика радиационного воздействия на радиоэлектронную аппаратуру. 2019. В. 4. С. 50–56.
2. Лукьяненко В.И., Литвак А.К., Мураховский Е.В. и др. Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика радиационного воздействия на радиоэлектронную аппаратуру. Лыткарино: НИИП, 2019. В. 2. С. 80–84.
3. Мырова Л.О., Чепиженко А.З. Обеспечение стойкости аппаратуры связи к ионизирующим и электромагнитным излучениям. М.: Радио и связь, 1988. 297 с.

#### УДК 004.056

#### НЕОБХОДИМОСТЬ ПЕРЕХОДА К ПОСТКВАНТОВОЙ КРИПТОГРАФИИ

Вдовкина Е.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

vekaterina.vdovkina27@mail.ru

Научный руководитель: Горячкин Б.С., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Интернет, как неотъемлемый механизм информационной глобализации общества, является средством генерации больших данных, которые в большинстве случаев являются конфиденциальными. Как следствие с увеличением объема информации, передаваемой через Сеть, возрастает риск утечек и атак на системы хранения и обработки данных. В связи с этим мировые тенденции развития Интернета идут к тому, что переход к поколению Web 3.0 потребует обеспечения высочайшего уровня безопасности, а значит пересмотр существующих подходов в ИБ с учётом потенциальных и существующих проблем. В частности, одной из серьёзнейших угроз для современной криптографии может стать квантовый компьютер.

Проблема в том, что стойкость ряда распространённых криптографических схем обосновывается предположением о вычислительной сложности решения задачи факторизации больших полупростых чисел. И именно на квантовом компьютере можно эффективно реализовать с полиномиальной сложностью алгоритмы факторизации и дискретного логарифмирования в произвольной группе (метод Шора), что в перспективе приведет к компрометации всех асимметричных криптографических схем, стойкость которых обосновывается предположением о сложности решения указанных задач, в том числе схем RSA, Диффи – Хеллмана и цифровых подписей ECDSA и ГОСТ Р 34.10–2012.

Ещё несколько лет назад эксперты сходились во мнении, что достаточно большой для взлома RSA квантовый компьютер построят через десятки лет [1]. Дело в том, что опубликованный в 1994 году, алгоритм Шора позволяет факторизовать число  $N$  за полиномиальное время ( $O(\log^3 N)$ ), используя  $O(\log N)$  кубитов [2]. То есть для факторизации числа  $N$  длиной 2048 бит, которое используется в качестве RSA-ключа, потребуется приблизительно 3000 кубитов. Это не представлялось возможным даже в ближайшее десятилетие, так как самый мощный на сегодня квантовый компьютер содержит 433 кубита и на его разработку ушли десятки лет. Однако в декабре 2022 года была опубликована работа, в которой исследователи из Китая, факторизовав 48-битное число на доступном им 10-кубитном квантовом компьютере, подсчитали, что масштабировать их алгоритм для использования с 2048-битными числами можно при помощи квантового компьютера всего лишь с 372 кубитами. Прорыв обещан благодаря комбинированию алгоритма Шнора [3] с дополнительным этапом «квантовой оптимизации» (Quantum Approximate Optimization Algorithm, QAOA). Такой компьютер уже создан компанией IBM, поэтому перспектива замены криптосистем по всему Интернету перестала быть чем-то отдаленным.

Более того, в январе 2023 года конгресс США принял закон, обязывающий все агентства начать переход к новым методам криптографии, которые не смогут быть взломаны квантовыми компьютерами. Данное решение на уровне государства лишь свидетельствует о том, что в новых подходах к безопасности есть острая необходимость, и мир постепенно переходит к поколению Web 3.0.

#### Список литературы

1. Комарова А.В., Коробейников А.Г. Анализ основных существующих пост-квантовых подходов и схем электронной подписи // Вопросы кибербезопасности. 2019. №2 (30). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-osnovnyh-suschestvuyuschih-post-kvantovyh-podhodov-i-schem-elektronnoy-podpisi> (Дата обращения 12.04.2023).
2. Шор П.В., Питер У. Алгоритмы для квантовых вычислений: дискретные логарифмы и разложение на множители: Материалы 35-го ежегодного симпозиума по основам компьютерных наук. // IEEE. 1994. С. 124-134.
3. Schnorr C.P. Efficient Signature Generation by Smart Cards. // J. Cryptology, 1991. С. 161—174.

**УДК 004.415.2:654.034**

### **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОПЛАТОЙ СЧЕТОВ КЛИЕНТОВ**

Королев С.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

[korolev.s.v@list.ru](mailto:korolev.s.v@list.ru)

Научный руководитель: Мышенков К.С., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

В процессе взаимодействия с различными участниками рынка невозможно обойтись без финансового взаимодействия между ними. Люди и организации выставляют друг другу счета, по которым производят оплату за поставки товаров или оказание услуг. Самым распространенным вариантом остаются бумажные варианты счетов.

Цифровизация данной области экономической деятельности физических и юридических лиц является основной задачей разработки автоматизированной системы управления оплатой счетов клиентов. При разработке системы были использованы технологии и методы, описанные в работе [1].

Разрабатываемая система не взаимодействует напрямую с конечными пользователями, а выполняет роль мастер-системы, размещенной в центре и осуществляющей управление счетами и другими артефактами между сервис-провайдерами. Такая роль напоминает место платежной системы при осуществлении безналичных расчетов в мультибанковских системах [2].

Разработанная система позволяет Поставщикам товаров/услуг:

- Устранить затраты, связанные с печатью бумажных экземпляров документов, в частности, счетов на оплату.
- Значительно сократить время доставки документов, включая и счета на оплату.
- Гарантировать доставку документов, связанных с хозяйственной деятельностью, включая, как минимум, счета на оплату, непосредственно в личные кабинеты Плательщиков, имеющиеся у них в банках.
- Общаться со своими клиентами-потребителями (Плательщиками) один на один.

Потребители (Плательщики) получают следующие возможности:

- Получать в личные кабинеты знакомых сервис-провайдеров (мобильные приложения банков, социальные сети и т.д.) упомянутые выше документы от Поставщиков.
- Оплачивать любые счета в одно касание из личных кабинетов банков.
- Просить отсрочку или рассрочку оплаты по некоторым счетам.
- Проводить безопасные сделки (с обеспечением в виде гарантийного платежа).

Автоматизированная система управления оплатой счетов клиентов представляет из себя программное решение, которое упрощает и ускоряет процессы выставления и доставки счетов до тех пользователей, которым необходимо оплатить этот счет, трансформирует (за счет стандартизации, гармонизации, совместимости) документооборот, связанный с операционным обслуживанием ряда важнейших производственных процессов.

Система интегрирована с различными платежными инструментами: платежные распоряжения в финансовых организациях, платежная система «Мир», система быстрых платежей. Описанный программный комплекс внедрен АО «Национальная система платежных карт» [3]. Перспективами развития системы являются: расширение списка решаемых бизнес-задач, использование сервиса в онлайн коммерции.

#### Список литературы

1. Горячкин Б.С., Мышенков К.С., Харлашкин А.И. Анализ методов концептуального проектирования автоматизированных информационных систем // Динамика сложных систем – XXI век. 2020. Т. 14. № 3. С. 23-34. DOI: 10.18127/j19997493-202003-02.
2. Уланова Е.С. Современные платежные системы: понятие, требования, тенденции // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2019. Т. 8. № 3 (28). С. 382-384.
3. Мышенков К.С., Соловьев Е.Г., Королев С.В. Архитектура информационной системы контроля целевого использования средств бюджетов // Динамика сложных систем – XXI век. 2022. Т. 16. № 3. С. 47-55. DOI 10.18127/j19997493-202203-05.

**УДК 004.89****ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИИ В СИСТЕМАХ SERVICE DESK**

Нобатов И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

nobatovi@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Нестеров Ю.Г., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Service Desk – система, выступающая буфером между клиентами и специалистами технического обслуживания, реализующая функции централизованного планирования, диспетчеризации и сопровождения поступающих в систему заявок. За счет подобного подхода к организации работ достигается существенное повышение производительности труда. Внедрение Service Desk дает особенно большой эффект в крупных и средних организациях, однако использование такой системы может быть полезно и для небольших структур.[1]

Практика Service Desk в ITIL4 включает в себя 3 процесса[2]:

- обработка запросов пользователей;
- коммуникации с пользователями (прием обращений и оповещение);
- оптимизация практики Service Desk (регулярный анализ работы и улучшение этой работы).

В то же время процесс обработки запросов пользователей состоит из трех последовательных активностей:

- подтверждение и регистрация получения заявки;
- проверка информации, например, подтверждение, что это пользователь уполномоченный обращаться;
- выполнение первичной категоризации (triage) и направление в следующий процесс (скорее всего, из какой-то другой практики, например, из Incident Management).

В большинстве наиболее распространенных реализаций ITSM по стандарту ITIL4 опционально предлагается модуль интеллектуальной автоматизации процессов ITSM, как правило, в форме «интеллектуального агента», ботов и расширяющих программных модулей, автоматически обновляемых баз знаний и основанных на них порталов самообслуживания, которые становятся доступны при использовании более дорогостоящих версий продукта. Одним из наиболее важных аспектов представляется автоматизированная классификация запросов с использованием машинного обучения.

Рассмотрим статью «Ticket-BERT: Labeling Incident Management Tickets with Language Models», написанную группой сотреников Microsoft.[3] В данной работе решался вопрос построения модели Ticket-BERT на основе нейросети BERT для классификации заявок в системе Service Desk. При это ставилась задача обучить классификатор способный различать одинаково как заявки, сгенерированные пользователем, так и заявки, созданные самой системой по определенному шаблону. Также рассматривался вопрос классификации гибридных заявок созданных системой с помощью человека. Для обучения модели были использованы данные разбитые на три набора соответственно (D-Human, D-Machine, D-Mixture). Для векторизации были использованы функции TD-IDF и BoW в базовых моделях. В качестве входных данных в модель использовалась модель Ticket-BERT.

В рассматриваемом исследовании модель BERT дообучалась на датасете для классификации. Были получены результаты существенно превосходящие результаты

моделей классического машинного обучения. При этом при выделении в отдельный признак названия и описания заявки удавалось добиться следующих результатов на тестовой выборке: Precision – 98.76, Recall – 99.17, F1-Score – 98.96, AUC – 1.000

#### Список литературы

1. The ITIL 4 Service Desk Guide – Process, Practice, Function? URL: <https://itsm.tools/itil-4-service-desk-practice-guide/> (Дата обращения 28.04.2023).
2. AXELOS Limited ITIL Foundation ITIL 4 Edition // The Stationery Office. 2019. 212 с.
3. Бенге К. Ticket-BERT: Labeling Incident Management Tickets with Language Models. // Microsoft. 2022. 12 с.

#### УДК 004.89

#### РАСПОЗНАНИЕ ПРОСТЫХ ГОЛОСОВЫХ КОМАНД

Рысьева Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

[liza.risieva@yandex.ru](mailto:liza.risieva@yandex.ru)

Научный руководитель: Канев А.И.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Распознавание речи является одной из наиболее актуальных задач в области искусственного интеллекта и обработки естественного языка. Одной из основных причин актуальности задачи является ее потенциальная применимость в различных сферах жизни.

За последние несколько лет голосовые помощники стали повсеместными благодаря популярности Google Home, Amazon Echo, Siri, Cortana и других. В русском сегменте лидирует компания Яндекс с новой разработкой Yandex.SpeechKit [1].

Также набирает популярность системы распознавания речи, использующие неакустические параметры такие как: движения губ, языка, мышц лица, ультразвук, колебания в костях черепа, а также электромиографию фиксирующую активность голосовых связок и гортани [2].

Набор звуковых данных произносимых слов, предназначенный для обучения и оценки систем определения ключевых слов был предоставлен TesnoGrow (набор данных Speech Commands включает в себя 65 000 односекундных произнесений 30 коротких слов тысячами разных людей). Основная цель — обучить модель с минимальным количеством ложных срабатываний из-за фонового шума или несвязанной речи.

Для обучения модели, которая будет распознавать простые голосовые команды, необходимо решить следующие задачи:

1. Сбор и подготовка данных.
2. Выбор архитектуры модели: для распознавания речи можно использовать сверточные нейронные сети (CNN), преобразование Фурье (STFT), спектрограмма Мела (MFCC).
3. Обучение модели:
4. Оценка качества модели. Для этого используются:
  - Метрика ассурасу
  - График потерь
  - Матрица путаницы

Поскольку сигнал производит разные звуки по мере его изменения во времени, составляющие его частоты также меняются со временем. Спектрограммы генерируются из звуковых сигналов с использованием преобразований Фурье [3].

Люди не воспринимают частоты линейно. Мы более чувствительны к различиям между более низкими частотами, чем между более высокими частотами. Чтобы учесть это, была разработана шкала Мела [3]. Для извлечения признаков из звуковых волн используется метод MFCC, а затем вычисляется второй порядок дельта-коэффициентов.

Далее необходимо создать модель для классификации звуковых команд. Она будет использовать спектрограммы звуковых файлов в качестве входных данных, нормализовать их и пропускать через несколько сверточных слоев. Входной тензор содержит  $124 \times 129 \times 1 = 15,996$  элементов. Общее количество параметров — 1,625,611, все обучаемые.

Обучим модель на обучающем наборе данных и оценим ее производительность на валидационном наборе данных в течение 10-эпох. В результате обучения точность на обучающем наборе постепенно увеличивается, достигая в конце 0.8589, а на валидационном наборе — 0.8363.

Функция потерь на обучающем и валидационном наборах данных уменьшается, это означает, что модель продолжает улучшаться и лучше подстраивается под данные. Это хороший признак того, что модель обучается эффективно и может достичь хороших результатов на новых данных.

Выполнив тестирование модели на тестовом наборе данных, мы получили правильно предсказанные метки для 84% аудиофайлов в тестовом наборе.

Построим матрицу путаницы, чтобы отобразить вероятность принадлежности к каждому классу и названием класса, который был предсказан для данного звукового файла.

#### Список литературы

1. Яндекс. SpeechKit API Дата обновления. 2013. URL: <http://api.yandex.ru/speechkit/> (Дата обращения 29.03.2023).
2. Brumberg J.S., Nieto-Castanon A, Kennedy P.R., Guenther F.H. Brain-computer interfaces for speech communication. // *Speech Communication*. 2010. №52. pp. 367–379. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20204164/> (Дата обращения 29.03.2023).
3. Audio Deep Learning Made Simple: Automatic Speech Recognition (ASR), How it Works. 2021. URL: <https://towardsdatascience.com/> (Дата обращения 29.03.2023).

#### УДК 004.4

#### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОВЕРКИ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЧТЫ

Соколов И.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

sokolovila543@gmail.com

Научный руководитель: Аксенова М.В.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

В настоящее время человек делает попытки возложить часть работы на автоматизированные системы обработки информации. Автоматизированные системы обработки информации - это неотъемлемый элемент современной жизни: построенные с

помощью информационных технологий, они помогают хранить, сортировать и быстро получать доступ к необходимой информации, тем самым экономя время ежедневно.

Одним из таких проектов является Автоматизированная система проверки электронной почты Samoware (далее АСПЭП) на количество непрочитанных сообщений. Целью разработки было сократить время пользователя с помощью АСПЭП, которое раньше он тратил на последовательность действий: открыть браузер, ввести URL почты, войти в свою почту. После введения АСПЭП пользователь лишается необходимости выполнять данную последовательность действий, так как Автоматизированная система будет выполнять их за пользователя.

АСПЭП разработана с помощью внедрения современных технологий, таких как: языка программирования Python, API социальной сети telegram (chat-bot), стек WEB-технологий, СУБД SQLite и конечные автоматы [1]. Реализация данной системы состоит в том, что пользователь получает уведомления с в социальную сеть telegram, предварительно зарегистрировавшись в ней и введя в нее логин и пароль от электронной почты Samoware в диалог с chat-bot. Далее chat-bot, реализация которого была проведена на одном из самых популярных языков программирования – Python с помощью метода конечных автоматов, несколько раз в день посылает GET запросы [2] на сервер почты Samoware (URL: <https://student.bmstu.ru/>). С помощью GET запроса аутентификации chat-bot получает уникальный номер сессии, после чего, используя данный номер сессии, следующим GET запросом получает количество непрочитанных сообщений. Для того, чтобы повторно не вводить логин и пароль в API telegram (chat-bot), в АСПЭП была внедрена СУБД SQLite, известная быстротой взаимодействия, высокой производительностью и малым количеством занимаемого пространства [3].

Таким образом, АСПЭП практична в ежедневном применении, при этом не требуя больших вычислительных ресурсов, так как основная нагрузка обрабатывается API социальной сети telegram (chat-bot). При этом пользователь получает возможность отслеживать актуальное состояние почты Samoware.

#### Список литературы

1. Конечные автоматы. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Конечный\\_автомат](https://ru.wikipedia.org/wiki/Конечный_автомат) (Дата обращения 18.04.2023)
2. GET запросы. URL: [https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/Server-side/First\\_steps/Client-Server\\_overview](https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/Server-side/First_steps/Client-Server_overview) (Дата обращения 18.04.2023)
3. SQLite. URL: <https://thecode.media/sqlite/> (Дата обращения 18.04.2023)

#### УДК 004.415.2

#### РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ЗАПИСИ СТУДЕНТОВ НА КОНСУЛЬТАЦИИ

Уралова Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

[kturalova@mail.ru](mailto:kturalova@mail.ru)

Научный руководитель: Мышенков К.С., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Общение студента с преподавателем – неотъемлемая часть образовательного процесса. Консультации в ВУЗе проводятся постоянно для успешного завершения студентами семестра и сдачи сессии. Особенно актуальна эта система будет в конце

семестра, когда образуются очереди из студентов, желающих сдать долги. Разрабатываемая подсистема поможет более эффективно и быстро согласовывать расписание взаимодействия между студентами и преподавателем.

Предметной областью подсистемы является образовательный процесс в части взаимодействия преподавателей и студентов.

Цель работы – создание информационной подсистемы, которая поможет облегчить и ускорить процесс записи студентов на консультации к преподавателям.

Разрабатываемая подсистема должна выполнять следующие функции:

- авторизацию пользователя;
- хранение информации в базе данных о пользователях, факультетах, кафедрах, преподавателях, должностях, дисциплинах, корпусах, аудиториях, типах аудиторий, группах, студентах, консультациях и результатах консультаций;
- добавление, редактирование, удаление и просмотр данных пользователями;
- добавление консультаций преподавателем;
- запись на консультации студента;
- оповещение о запланированных консультациях;
- формирование и просмотр отчетов по консультациям преподавателем, студентом и администратором.

Для реализации вышеперечисленных функций необходимо выполнить следующие задачи:

- исследовать предметную область;
- разработать комплекс структурных моделей: функциональную модель, модель потоков данных и информационную модель БД;
- выбрать СУБД и язык программирования;
- разработать архитектуру подсистемы записи студентов на консультации;
- разработать интерфейс;
- провести тестирование программного продукта;
- провести отладку программного продукта;
- разработать инструкции пользователей.

При исследовании предметной области были проанализированы существующие системы записи студентов на консультации: Moodle, Blackboard Learn, Университетская информационная система, D2L Brightspace. Был проведен их сравнительный анализ с разрабатываемой подсистемой, который показал преимущество разрабатываемого продукта для достижения поставленной цели.

При проектировании и разработке подсистемы были использованы:

методы и средства структурного анализа и проектирования [1, 2] для разработки функциональной модели, модели потоков данных и информационной модели БД подсистемы;

метод взвешенной суммы локальных критериев [3] для сравнительного анализа с продуктами конкурентов, выбора СУБД и языка программирования;

система управления базами данных PostgreSQL;

язык программирования Python;

фреймворк Django для разработки frontend-части подсистемы.

В настоящее время подсистема записи студентов на консультации к преподавателям находится на этапе тестирования и отладки.

#### Список литературы



1. Мышенков К.С. Методика обоснования выбора CASE-средств для анализа и проектирования систем управления предприятиями // Инновации. 2013. № 10. С. 33-43.
2. Горячкин Б.С., Мышенков К.С., Харлашкин А.И. Анализ методов концептуального проектирования автоматизированных информационных систем // Динамика сложных систем – XXI век. 2020. Т. 14. № 3. С. 23-34. DOI: 10.18127/j19997493-202003-02.
3. Салтыков С.А. Экспериментальное сопоставление методов взвешенной суммы, теории полезности и теории важности критериев для решения многокритериальных задач с балльными критериями // Управление большими системами. 2010. В. 29. С. 16-41.

## СЕКЦИЯ «ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 004.021

### ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗБИЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ УСКОРЕНИЯ ОБНАРУЖЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ ОБЪЕКТОВ В ФИЗИЧЕСКОЙ СИМУЛЯЦИИ

Брянская Е.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет “Информатика, искусственный интеллект и системы управления”

bryanskayaev@student.bmstu.ru

Иванов В.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет “Информатика, искусственный интеллект и системы управления”

vsiva@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Барышникова М.Ю., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет “Информатика, искусственный интеллект и системы управления”

В данной работе описывается разработка и анализ алгоритмов пространственного разбиения, использующих структуры деревьев. Целью является определение метода обнаружения столкновений, наиболее оптимального по времени вычислений.

В настоящее время моделирование движения тел приобретает всю большую значимость. Оно применяется как при разработке тренажёров, так и при создании компьютерных игр, построенных в основном на взаимодействии тел. В подобных системах часто требуется решать задачу обнаружения столкновений, чтобы исключить возможность "проваливания" одного объекта в другой, а также для моделирования их поведения при ударе.

Как правило, симуляции содержат в себе достаточно большое количество объектов и необходимо обеспечить плавность движения тел за счёт малого времени обновления сцены. Поэтому актуальной проблемой является выбор наиболее быстродействующего алгоритма. Причём алгоритм полного перебора является неэффективным из-за сложности  $O(n^2)$ . [1] Для снижения вычислительных затрат можно исключить из рассмотрения пары объектов, которые явно не могут сталкиваться в текущий момент. Этот подход лежит в основе алгоритмов, которые используют структуры деревьев для создания иерархичного разбиения пространства на подобласти. [2]

В связи с тем, что подобных алгоритмов существует большое множество, возникает потребность в их изучении и сравнении при различных условиях для решения описанной проблемы, что и стало целью данного проекта.

Была написана программа, симулирующая движения шаров в двухмерном пространстве. В каждый момент времени объекты передвигаются с текущими скоростями и совершают соударения с границами поля или между собой. Поиск столкновений осуществляется с помощью одного из алгоритмов:

- полный перебор;
- дерево квадрантов (с статическим/динамическим центром);
- hex-дерево;
- бинарное дерево.

Алгоритмы, использующие пространственное разбиение, имеют следующий принцип работы. [3]

1. После передвижения шаров создаётся структура корневого дерева, в которую будут добавляться объекты.

2. При достижении критического количества шаров в одной области создаются деревья, разбивающие её на несколько частей. Объекты распределяются по этим подобластям.

3. После добавления всех объектов, в каждой области применяется алгоритм полного перебора для поиска столкновений.

Пользователю предоставляется возможность изменять параметры симуляции, а именно:

- алгоритм столкновений и его параметры;
- количество шаров;
- использование многопоточности.

В результате исследований были сделаны выводы о скорости работы алгоритмов и разработан метод, использующий наиболее оптимальные конфигурации алгоритмов в зависимости от ситуации.

#### Список литературы

1. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. и др. Алгоритмы. Построение и анализ: пер. с англ. 3-е изд. М.: Вильямс, 2018. 1323 с.: ил.
2. Алгоритмы. Руководство по разработке. 2-е изд.: пер. с англ. СПб.: БХВ-Петербург, 2018. 720 с.: ил.
3. Jin Y. et al. A capsule-based collision detection approach of irregular objects in virtual maintenance // *Assembly Automation*. 2021. Т. 41. №. 1. С. 89-105.

#### УДК 004.932

### **ОБЗОР МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ УСТРАНЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ НА ПАНОРАМНЫХ ФОТОСНИМКАХ**

Емельянова А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

[menshobengel@mail.ru](mailto:menshobengel@mail.ru)

Научный руководитель: Вишневская Т.И., д.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Конечный результат фотосъемки зависит от многих факторов, включая освещение, настройки камеры, оборудование, а также расположение и движение объектов на снимке. В результате, даже профессиональные фотографии могут содержать искажения, которые снижают их качество. Для устранения этих искажений используются методы компьютерного зрения. Искажения могут быть вызваны различными причинами, такими как неправильное позиционирование камеры, неравномерное освещение, искажения объектива и т.д. Они могут значительно снизить качество фотографии и затруднить ее анализ и обработку. Понимание видов искажений может помочь в выборе наилучшего подхода для их устранения. На панорамных фотографиях могут возникать различные виды искажений.

*Искажения перспективы* возникают при съемке объекта под углом или из низкого положения. *Искажения геометрии* на изображении возникают в том случае движения фотокамеры относительно снимаемой поверхности, что впоследствии приводит к неодновременности построения кадра. *Искажения виньетирования* возникают, когда края изображения на фотографии темнее, чем центр, что приводит к тому, что центральная часть изображения кажется ярче и более контрастной. *Искажения хроматической аберрации* представляют собой цветовые искажения, которые могут возникать на границах между светлыми и темными областями на фотографии.

В данной статье проводится обзор методов компьютерного зрения для решения задачи устранения геометрических искажений на панорамных фотоснимках, в котором рассмотрены следующие классы методов: методы предварительной обработки изображений, методы устранения геометрических искажений и методы объединения изображений в панорамный фотоснимок.

*Методы предварительной обработки изображений* используются для подготовки изображений перед применением методов устранения искажений. Они включают в себя определение границ и прямых, фильтрацию, устранение шумов и т.д. Для задачи, представленной в данном обзоре, будут описаны методы определения границ, такие как оператор Собеля, оператор Щарра и оператор Кэнни.

*Методы устранения геометрических искажений* используются для устранения искажений, связанных с геометрией объектов на снимке. Для этого могут использоваться различные методы, такие как преобразование Хафа, полиномы Цернике.

*Методы объединения изображений* используются для объединения выровненных и исправленных изображений в одно панорамное изображение. Для этого могут использоваться следующие методы компьютерного зрения: SIFT (Scale-Invariant Feature Transform), SURF (Speeded Up Robust Features) и FAST (Features from Accelerated Segment Test) [1].

Каждый из этих классов методов имеет свои преимущества и недостатки. Сравнению подлежат методы предварительной обработки и методы объединения изображений. *Оператор Собеля* имеет высокую скорость и может быть использован для широкого диапазона изображений, однако, данный оператор может давать ложные результаты в случае наличия шума на изображении [2]. *Оператор Щарра* является улучшенной версией оператора Собеля и использует более сложные ядра фильтрации, что позволяет получать более точные результаты. Он также имеет меньшую чувствительность к шуму на изображении, но может быть менее эффективным для изображений с неравномерной освещенностью. *Оператор Кэнни* использует многоступенчатый алгоритм для обнаружения границ на изображении, следовательно, является одним из наиболее точных операторов для выделения границ, однако имеет большую ресурсоемкость и может быть менее быстрым и менее эффективным для изображений с низкой контрастностью или неоднородностью.

Среди методов объединения изображений SIFT является наиболее точным алгоритмом и обладает инвариантностью к масштабу и повороту, однако он более медленный и может не работать с некоторыми типами изображений. SURF является ускоренной версией метода SIFT, также обладает инвариантностью к масштабу и повороту и более устойчив к изменениям освещения, но менее точен. Метод FAST очень быстрый, но не обладает инвариантностью к масштабу и повороту. Таким образом, выбор алгоритма зависит от конкретной задачи и требований к скорости и точности. Методы SIFT и SURF предпочтительнее благодаря своей высокой точности и инвариантностью к масштабу и повороту.

В заключении можно отметить, что задача устранения искажений на фотоснимках является актуальной и важной в области компьютерного зрения. Развитие и совершенствование методов устранения искажений может привести к улучшению качества изображений, что может иметь практическое применение в различных областях, включая медицину, науку, инженерию и т.д.

#### Список литературы

1. Juan L., Gwun O. SURF applied in panorama image stitching // Conference: Image Processing Theory Tools and Applications (IPTA). 2010. pp. 495-499. DOI: 10.1109/IPTA.2010.5586723.
2. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications. Berlin; Heidelberg: Springer, 2010. 812 p.

#### УДК 004.021

### МЕТОД МИНИМИЗАЦИИ УБЫТКОВ КАРШЕРИНГОВОЙ КОМПАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Зайцева А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

alena\_zaytseva\_02@mail.ru

Научный руководитель: Кострицкий А.С., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Каршеринговые компании предоставляют пользователям возможность получать преимущества владения личным автомобилем, перекладывая ответственность за страховку, технические осмотры и т. д. на саму компанию. При этом многие компании предоставляют услуги так называемого «*одностороннего каршеринга*», когда пользователь может арендовать и сдать автомобиль на разных станциях, что приводит к возникновению дисбаланса в количестве автомобилей на них. В результате оператор не всегда может удовлетворить запрос на сдачу или аренду автомобиля, что влечет прямые убытки в виде потери дохода с неоказанной услуги и косвенные убытки в виде снижения удовлетворенности клиентов сервисом [1].

Проблему возникновения убытков при дисбалансе автомобилей на станциях решают путем найма сотрудников, которые осуществляют периодическое перераспределение автомобилей между станциями компании. Можно выделить три критерия минимизации убытков оператора каршеринга: 1) минимизация количества отказов в запросе на аренду автомобиля; 2) минимизация количества отказов в запросе на сдачу автомобиля; 3) минимизация расходов на осуществление перегона автомобилей и перемещения сотрудников.

В результате сравнения существующих методов многокритериальной оптимизации в качестве базового метода выбран генетический алгоритм недоминируемой сортировки (англ. Non-dominated Sorting Genetic Algorithm, *NSGA-II*) [2]. Он представляет собой итерационное изменение исходной *популяции*, которая представляется множеством *особей*, каждая из которых является набором действий по перегону автомобилей. На каждой итерации алгоритма *NSGA-II* можно выделить 2 основных этапа: 1) отбор наиболее приспособленных особей; 2) генерация популяции потомков.

Отбор наиболее приспособленных особей осуществляется с помощью *быстрой недоминируемой сортировки*, в результате которой вся популяция делится на классы особей по рангу, и показателя *разреженности*, который отражает степень «отличия» особи от ее ближайших соседей в пространстве значений целевой функции.

Для создания особи-потомка используется 3 генетических оператора. Сначала с помощью *двоичного турнира* осуществляется *отбор* 2 предков. Затем путем их *скрещивания* создается новая особь. Наконец, к полученной особи с некоторой вероятностью применяется оператор *мутации*. Оператор мутации в NSGA-II не определен, но подразумевает случайное изменение одного или нескольких генов особи. В предложенном же методе на основе базового алгоритма построен *меметический* алгоритм [3] за счет интеграции в оператор мутации механизма *локального поиска*.

Для проверки работоспособности разработанного меметического алгоритма было проведено сравнение результатов его работы с результатами работы исходного генетического алгоритма. В качестве данных для проведения исследований использовались наборы данных, описывающие работу систем каршеринга в Вашингтоне с 48 станциями и Турине с 26 станциями. Для оценки результатов работы алгоритма использовался *нормированный индикатор гиперобъема* полученной с его помощью популяции. Эта метрика оценивает долю пространства, которое доминируется хотя бы одним вектором из множества значений целевой функций для особей популяции.

Результаты исследования показали, что разработанный меметический алгоритм через 90 секунд в случае системы каршеринга Вашингтона и через 10 секунд в случае системы каршеринга Турина приходит к более качественной популяции в сравнении с базовым генетическим алгоритмом. Результаты, полученные с помощью меметического алгоритма лучше распределены в пространстве компонент целевой функции, а результаты генетического алгоритма тяготеют к точке, где затраты на перераспределение минимальны, но при этом количество отказов на запросы остается большим. Генетический алгоритм для обеих компаний смог ликвидировать меньшее число отказов в запросах по сравнению с меметическим.

#### Список литературы

1. Wu T., Xu M. Modeling and optimization for carsharing services: A literature review // Multimodal Transportation. 2022. № 3 (1). pp. 120-136.
2. Deb K. A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II // Evolutionary Computation // IEEE Transactions. 2002. № 6 (2). pp. 182-197.
3. Еремеев Ю. К. Применение принципов меметики к решению задачи коммивояжера. // Математические структуры и моделирование. 2019. № 4 (52). С. 33-51.

**УДК 004.93****МЕТОДЫ ОРИЕНТАЦИИ В ПОМЕЩЕНИИ И ИХ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ**

Коротыч М.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

kmd19u787@student.bmstu.ru

Мальцева Д.Ю., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

maltseva@bmstu.ru

Научный руководитель: Рудаков И.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Картография (по Большой российской энциклопедии) — область науки, техники и производства, охватывающая создание, изучение и использование географических карт и других картографических произведений (в т. ч. карт других планет). Картография изучает различные геоинформационные системы и их взаимное местоположение в пространстве, методы создания карт и других моделей. Из-за повсеместного развития компьютерных технологий картография стала толковаться как создание не только физических моделей (собственно, карт и глобусов), но также моделей компьютерных и виртуальных. К последним относят не только карты, полученные или хранящиеся в ЭВМ (электронно-вычислительной машине), но и всевозможные компьютерные анимации карт и базы данных, собираемых для их построения. Таким образом, актуальны становятся различные компьютерные или электронные карты — они легко масштабируются, могут динамически изменяться.

Проще всего методы компьютерной картографии можно разделить на визуальные и не визуальные. К визуальным методам относят те многочисленные, которые основываются на подходе SLAM (с англ. *Simultaneous localization and mapping* — одновременная локализация и построение карты). Проблема, которую решают варианты SLAM: SLAM с применением графов, т. н. «быстрый SLAM», SLAM с фильтром частиц — отсутствие или недостаточная точность информации об окружающем пространстве робота. Вне зависимости от реализации, SLAM предполагает несколько шагов для построения карты местности: 1. Выделение ярко выраженных ориентиров на основе данных с камер. Это могут как возможные препятствия перед роботом, так и сами пиксели входного изображения. 2. Определение траектории робота по *сдвигу* (изменению положения) ориентиров (или, «ключевых точек») координат робота относительно других объектов. Также этот этап предполагает хранение координат и окружения. С точки зрения реализации это может быть дерево, ассоциативный массив и т. д. 3. Отрисовка карты.

В визуальных методах главным источником информации об окружении робота является камера, причём допускается применение и вспомогательных инструментов, например, дальномера (для считывания *глубины* объектов). Однако же не визуальные способы картографирования местности основаны на иных, более специфических методах получения информации о пространстве вокруг робота. К ним относятся, например, ориентация по геомагнитным полям, электромагнитным сигналам, их всевозможные комбинации. Применение этих методов оправдывается весом и габаритами необходимого оборудования, различными специфическими условиями [1]. Важно отметить, что использование различных спутниковых систем для навигации в помещениях неэффективно в связи с экранированием сигнала стенами и перекрытиями. В случае

построения карты помещения по величине магнитного поля Земли оборудование не подвержено таким обычным уязвимостям камер как расфокусировка, недостаточное освещение, зато магнитные аномалии могут помешать навигации, тем более, что необходимо провести замеры индукции магнитного поля картируемой местности. Также велика вероятность возникновения погрешностей замеров в виду постоянного магнитного фона. Может показаться, что комбинация как визуальных, так и не визуальных принципов позволит избежать всяческих ошибок и погрешностей. Несомненно, можно пренебречь условием расстановки специальных RFID-меток (с англ. *Radio frequency identification* — радиочастотная идентификация), ведь результат работы SLAM вкупе с применением дальномера дают точнейшую модель картируемой местности. Однако большое количество сложных в эксплуатации и дорогостоящих датчиков, таких как RFID-приёмник, два дальномера, видекамера, не способствует широкой популярности и доступности комбинированных подходов к картированию и навигации робота. [2]

Очевидно, что все вышеперечисленные методы локализации автономного робота и картографирования на основе его перемещений помещения в тех или иных ситуациях на практике бывают не всегда применимы в чистом виде. Очень часто приходится выбирать между высокой точностью и быстротой определения местоположения робота. Также принимают во внимание побочные факторы использования технических устройств, установленных на роботе для решения поставленной задачи, такие как шум, энергозатратность, нагрев, вес и т. д.

В результате проведённого сравнения методов локализации и картографирования помещения было определено, что наиболее предпочтительный метод для картографии закрытого помещения при наличии только фотокамеры — вариации SLAM на основе визуальной одометрии. Наиболее сложным же, технически ёмким был определён комбинированный метод. Его точность выше, однако он требует предварительная подготовка местности, что затрудняет эксплуатацию метода условиях бытового характера (в отсутствие меток и маяков), ограниченного времени подготовки к работе.

#### Список литературы

1. Герасюто С.Л., Прокопович Г.А., Сычев В.А. Построение навигационной карты внутри помещений по величине магнитного поля Земли MEMS сенсором мобильного робота // Экстремальная робототехника. 2014. Т. 1, № 1. С. 372-375.
2. Куренков М.А., Лаконцев Д.В., Рамжаев В.С. Способ локализации и построения навигационных карт мобильного сервисного робота. Патент № 2740229 С1 Российская Федерация, заявл. 19.03.2020 : опубл. 12.01.2021.



**УДК 004.93**

## **МЕТОД РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕЙСТВИЙ ЧЕЛОВЕКА НА ВИДЕО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕСКРИПТОРА**

Мальцева Д.Ю., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

maltseva@bmstu.ru

Сысоева В.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

vi.sysoeva1506@gmail.com

Научный руководитель: Рудаков И.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Распознавание видов физической активности человека является одним из актуальных направлений исследования в области машинного обучения, так как результаты распознавания необходимы при решении многих практических задач.

Распознавание человеческой деятельности по видеотрепментам или неподвижным изображениям является сложной задачей из-за таких проблем, как помехи на заднем плане, частичная окклюзия, изменения масштаба, точки обзора, освещения и внешнего вида.

Любые исследования в данном направлении позволят внести вклад в прогнозирование поведения динамических объектов, а распознавание действий человека позволит в конечном итоге предвидеть опасные ситуации и устранять их. Распознавание в комплексе с видео аналитикой позволит решать различные задачи, полезные для бизнеса и государства, общества в целом. У распознавания действий огромные перспективы применения на промышленных предприятиях, в здравоохранении, в области предотвращения угроз общественной безопасности и обеспечения общественного порядка.

Разрабатываемый метод распознавания действий человека содержит такие этапы как:

1) предобработка данных; 2) формирование дескриптора видео; 3) предсказание действия. В качестве алгоритма детектирования объекта на изображении был выбран алгоритм HOG (Histogram of oriented gradients, Гистограмма ориентированных градиентов) [1], а как алгоритм классификации для обучения модели распознавания был выбран случайный лес [2]. Набор данных на котором обучалась модель был собран из трех открытых наборов данных, содержащих ролики, а именно UCF101, HMDB51, Kinetics400. Было выбрано 10 видов действий: 1) мостик; 2) поднятие рук; 3) прыжки; 4) выпады; 5) подтягивания; 6) отжимания; 7) пресс; 8) приседания; 9) растяжка ног; 10) махи ногами. Всего набор данных содержит 1650 видео, на 70% данных обучалась модель. Далее рассмотрим каждый из этапов подробнее.

На этапе предобработки исходный видеоролик разбивается на кадры, каждый из кадров обрезается по области, в которой находится человек, так как информация о других объектах в кадре не нужна, далее размер кадра изменяется на кратный 16 для корректной работы алгоритма HOG и кадр преобразовывался в черно-белый. На втором этапе производилось вычисление дескриптора каждого видеоролика. Дескриптор формируется следующим образом, на вход функции получения дескриптора передается изображение прошедшее предобработку, далее изображение делится на блоки 16x16 пикселей, в

каждом из этих блоков рассчитывается направление градиентов интенсивности, а потом для каждого блока рассчитывается гистограмма ориентированных градиентов, из которых формируется итоговый дескриптор кадра. Дескриптор видео представляет собой объединение дескрипторов всех его кадров. На последнем этапе с помощью обученной модели классификатором случайного леса производится предсказание вида действия по полученному на предыдущем этапе дескриптору видео.

Были проведены следующие исследования: исследование метрик модели в зависимости от разметки данных, исследование результатов распознавания модели в зависимости от контрастности видео, исследование результатов распознавания модели в зависимости от качества видео. В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что модель имеет более высокие показатели метрик при назначении метки на дескриптор каждого кадра, нежели при назначении на дескриптор видео. Так же исследования показали, что на видео высокого качества на выборке, состоящей из контрастных видео, модель ошибается меньшее количество раз, нежели на видео низкого качества. Модель чаще ошибается при распознавании видео с низкой контрастностью, нежели с высокой на выборке из видео высокого качества.

#### Список литературы

1. Калиберда Ю.А. Применение метода «Histogram of oriented gradients and support vector machines» для реализации алгоритма распознавания рукописных цифр // Системы управления, информационные технологии и математическое моделирование. 2019. С. 55-60.
2. Чистяков С.П. Случайные леса: обзор // Труды Карельского научного центра РАН. 2013. №1. С. 117-136.

## СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

### УДК 004

#### ФИШИНГОВЫЕ АТАКИ. АКТУАЛЬНОСТЬ И ЗАЩИТА

Горбенко А.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

anas.gorbenco@yandex.ru

Научный руководитель: Цирлов В.Л., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Фишинг (англ. phishing от fishing «рыбная ловля, выуживание») — вид интернет-мошенничества, целью которого является получение доступа к конфиденциальным данным пользователей — логинам и паролям [1]. Это достигается путём проведения массовых рассылок электронных писем от имени популярных брендов, а также личных сообщений внутри различных сервисов, например, от имени банков или внутри социальных сетей.

Фишинговые атаки обычно используют социальную инженерию, чтобы обмануть пользователей и заставить их предоставить свои логины, пароли и другие конфиденциальные данные. Хакеры могут использовать эти данные для получения доступа к финансовым счетам, личным данным или конфиденциальным информационным системам, что может привести к серьезным финансовым потерям, утечкам данных и другим проблемам. Несмотря на то, что существует множество технологий и методов защиты от фишинговых атак, злоумышленники постоянно совершенствуют свои методы, чтобы обойти защитные меры. Кроме того, многие пользователи по-прежнему попадают на уловки фишеров из-за своей неосторожности и недостаточной осведомленности о методах атак.

В целом, фишинговые атаки являются глобальной проблемой, и Россия не является исключением. Однако, важно отметить, что статистика и тренды в фишинговых атаках могут различаться в разных регионах и странах в зависимости от многих факторов, включая технологический прогресс, уровень кибербезопасности и культуру использования интернета.

Согласно отчету по фишинговым атакам, опубликованного Kaspersky в начале 2023 года [2]: в 2022 году 48,63% писем по всему миру и 52,78% писем в Рунете были спамом; почтовый антивирус Kaspersky заблокировал более 166 млн. вредоносных почтовых вложений; система «Антифишинг» предотвратила более 507 млн попыток перехода по фишинговым ссылкам из которых 378,5 тыс - попытки угона Telegram-аккаунтов. Самыми распространенными вредоносными вложениями в почте в 2022 году были троянцы-стилеры Agensla (7,14%), на второе место поднялось шпионское ПО Noon (4,89%), а троянцы Badun (4,61%), распространяющиеся под видом заархивированных электронных документов, опустились на третье, четвертыми по распространенности стали эксплойты к уязвимости CVE-2018-0802 (4,33%) в Microsoft Equation Editor.

Статистика по фишингу в мессенджерах основывается на анонимизированных данных компонента «Защита чатов» решения Kaspersky Internet Security для Android, добровольно предоставленных пользователями этого решения. «Защита чатов» проверяет входящие сообщения и блокирует попытки перехода по фишинговым и мошенническим ссылкам в них. В 2022 году данное мобильное решение заблокировало более 360 тыс.

попыток перехода по фишинговым ссылкам из мессенджеров. Из них 82,71% составили переходы из WhatsApp, 14,12% — из Telegram и еще 3,17% — из Viber.

В связи с растущей активностью фишинговых атак, встает вопрос о способах защиты от нелегитимной деятельности киберпреступников. Существует ряд технических и организационных мер, которые помогают защититься от фишинговых атак.

В перечень технических мер входят: установка антивирусного программного обеспечения на компьютеры и мобильные устройства, которое будет автоматически блокировать попытки доступа к фишинговым сайтам и вредоносным программам; использование фильтров спама и блокировщиков рекламы, которые могут блокировать фишинговые электронные письма и вредоносные ссылки; использование браузерных расширений, которые могут блокировать фишинговые сайты, такие как Google Safe Browsing или McAfee WebAdvisor; обновление программного обеспечения на всех устройствах, чтобы убедиться, что все уязвимости и ошибки безопасности исправлены; использование двухфакторной аутентификации (2FA) для входа в аккаунты, чтобы повысить уровень безопасности. К организационным мерам относятся: проведение регулярных обучающих курсов для сотрудников, чтобы они могли распознавать фишинговые атаки и знать, как себя вести в таких ситуациях; разработка и реализация политик безопасности, которые определяют, какие действия должны быть предприняты в случае обнаружения фишинговых атак; ограничение доступа к конфиденциальной информации только для сотрудников, которым она необходима, и применение механизмов управления доступом; создание процедур, которые позволяют быстро реагировать на фишинговые атаки, например, блокировать доступ к фишинговым сайтам и своевременно информировать сотрудников о возможных угрозах.

Важно понимать, что ни одна мера не является абсолютно надежной, поэтому рекомендуется комбинировать технические и организационные меры для обеспечения максимальной защиты от фишинговых атак.

Также хорошей практикой является периодическое тестирование сотрудников и повышение уровня грамотности осведомленности пользователей информационных систем организации по вопросам информационной безопасности. В России есть компании, которые занимаются тестированием сотрудников на подверженность фишинговым атакам, например, АйТи-Проект, Infosecurity, Softline, Positive Technologies, ИТ-Консалт и другие. Обычно они включают обучение и тестирование сотрудников на подверженность фишинговым атакам и иным атакам социального инжиниринга, проводят тренинги и семинары по безопасности информации, занимаются тестированием на проникновение, аудитом безопасности. Организация может и самостоятельно провести необходимые мероприятия, используя специальные программы, которые занимаются тестированием сотрудников на подверженность фишинговым атакам, таким как Gophish, Phishing Frenzy, Social-Engineer Toolkit, BeEF, SETOOLKIT и другие. Данные ПО представляют собой открытый исходный код для создания и проведения фишинг-атак с использованием электронной почты и/или веб-страниц, который может быть использован для тестирования безопасности сотрудников и оценки уровня их осведомленности в отношении фишинга.

Независимо от выбора инструмента, важно помнить, что тестирование на фишинг должно проводиться с согласия и ведома руководства компании, а также в рамках законодательства и политик безопасности организации.

## Список литературы

1. Энциклопедия Касперского: официальный сайт. Что такое "фишинг". URL: <https://encyclopedia.kaspersky.ru/knowledge/what-is-phishing/> (Дата обращения 29.03.2023).
2. Касперский: официальный сайт. Спам и фишинг в 2022 году URL: <https://securelist.ru/spam-phishing-scam-report-2022/106719/> (Дата обращения 29.03.2023).

**УДК 004.056****ОБНАРУЖЕНИЕ ВТОРЖЕНИЙ МЕТОДОМ СИГНАТУРНО-РЕГУЛИРУЕМОГО АНСАМБЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ**

Добкач Л.Я., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

dobkachleo@mail.ru

Научный руководитель: Цирлов В.Л., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Современная цивилизация характеризуется высокой зависимостью от информации, её обработки, хранения и защиты. Информационные ресурсы зачастую хранятся в сетях, что позволяет проводить компьютерные атаки в дискретных последовательностях на конечные узлы. Данная проблема существует не первый год, и специалисты по защите информации давно разрабатывают и применяют различные методы обнаружения вторжений, которые отличаются между собой набором достоинств и недостатков.

Компьютерные атаки представляются в виде злонамеренных аномалий в дискретных последовательностях (пакетах сетевого трафика). Ввиду различных намерений разных атак можно выделить четыре больших класса: атаки класса «отказ в обслуживании» (DOS), удалённые атаки (R2L), атаки с целью повышения полномочий (U2R) и зондирующие атаки (Probe). Вкупе с классом нормальных (не несущих вред) событий, мы рассматриваем 5 классов событий сетевого трафика.

Существуют десятки методов обнаружения вторжений, каждый из которых характеризуется большей или меньшей точностью, сложностью реализации и другими признаками [1]. Какого-то одного идеального метода, который бы успешно выявлял как старые, так и новые сценарии атак, не существует.

Исходя из цели обеспечить защищённость ценных информационных ресурсов от проведения знакомых и ранее неизвестных компьютерных атак, мы предлагаем адаптивный верифицируемый метод обнаружения вторжений. Он состоит из трёх основных компонент: ансамбля искусственных нейронных сетей (сокращённо — ИНС), ансамбля из методов машинного обучения (логистической регрессии, стохастического градиентного спуска и деревьев решений; сокращённо назовём его Уточняющим ансамблем) и сигнатурного анализатора.

Вышеперечисленные компоненты объединяются путём взвешенного голосования по формуле (1):

$$H_k = \max(\text{sign}[\alpha_0 h_k^0 + \beta(\alpha_1 h_k^1 + \alpha_2 h_k^2 + \alpha_3 h_k^3)], h_k^4), \quad (1)$$

где  $H_k$  — номер класса распознаваемого события  $k$ ,  $\alpha_i$  — доля ошибок  $i$ -ого классификатора,  $h_k^0$  — вывод ансамбля ИНС (номер класса),  $\beta$  — порог тревожности

(выбирается эмпирически),  $h_k^1$ ,  $h_k^2$ ,  $h_k^3$  — выводы классификаторов Уточняющего ансамбля,  $h_k^4$  — регулирующий вывод сигнатурного анализатора.

Общая доля ошибок (и первого, и второго рода) вычисляется по формуле (2):

$$\alpha_i = \frac{1}{2} \ln \left( \frac{1-e_i}{e_i} \right), \quad (2)$$

где  $e_i$  — ошибка ансамблевого классификатора ИНС. Во избежание бесконечных величин, при 0 значение устанавливается 1, при 1 будет -1.

Данная структура позволяет нивелировать недостатки исходных методов, то есть позволяет распознавать не только знакомые атаки с высокой точностью, но и ранее неизвестные определять достаточно хорошо. При этом наиболее трудоёмкие операции, в первую очередь связанные с определением долей ошибок отдельных классификаторов, можно провести до начала работы в практических условиях.

Описанный метод предлагается реализовать с помощью модели эшелонированной системы безопасности информационных сетей. За основу взята технология расширенного обнаружения и реагирования (XDR), которая, несмотря на зарождение в 2018 году, до сих пор не имеет однозначного теоретического представления и явной архитектуры [2]. Нами предлагается рассматривать XDR как совокупность сетевой системы обнаружения вторжений (SOB) и системы обнаружения и реагирования на конечных узлах (EDR). Таким образом, данные сетевого трафика обогащаются данными с узлов защищаемой сети.

Тестирование проводилось сначала на наборе KDD Cup 1999, но позднее — на более современном наборе CICIDS 2017 [3]. Данные с узлов были получены с помощью генератора подозрительной активности Viral Tool. Результаты тестирования подтвердили как эффективность применения ансамблей, так и предлагаемого метода в целом. На сетевых событиях точность метода достигает 99,9968 %, при обогащении узловыми событиями хотя и снижается до 99,6 %, тем не менее, свидетельствует о качественном приросте распознанных событий.

Возможны дальнейшие исследования в области формализации технологии XDR и уточнения параметров и компонент предлагаемого сигнатурно-регулируемого метода обнаружения вторжений.

#### Список литературы

1. Браницкий А.А., Котенко И.В. Анализ и классификация методов обнаружения сетевых атак // Труды СПИИРАН. 2016. № 2 (45). С. 207–244.
2. Горбатов В.С., Жуков И.Ю., Кравченко В.В., Правиков Д.И. Кибербезопасность сетевого периметра объекта критической информационной инфраструктуры. // Безопасность информационных технологий. 2022. Т. 29, № 4. С. 12–26.
3. Сакулин С.А., Алфимцев А.Н., Ломанов А.А., Добкач Л.Я., Недашковский В.М. Выявление сетевых аномалий на основе взвешенного агрегирования с учетом узловых параметров // Вестник компьютерных информационных технологий. 2022. Т. 19. № 7 (217). С. 48–56.

**УДК 004.056.5**

## **СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СЪЕМА АКУСТИЧЕСКОЙ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ЛАЗЕРНОМУ КАНАЛУ**

Порфирьев Д.Р., студент

МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

porf\_den@mail.ru

Научный руководитель: Цирлов В.Л., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Физические основы оптического зондирования акустически возбужденных поверхностей очевидны и хорошо описаны в литературе. В результате взаимодействия с пластиной или мембраной лазерный сигнал оказывается промодулированным по частоте, фазе и амплитуде искомым речевым сигналом.

Акустическая речевая информация (далее – АРИ), циркулирующая в защищаемом помещении (далее – ЗП), подвержена утечке по техническому каналу, возникающему за счет вибрационных сигналов, в свою очередь возникающих посредством преобразования информативного акустического речевого сигнала при его воздействии на ограждающие конструкции ЗП, предметы интерьера, элементы систем инженерного обеспечения, и впоследствии регистрируемых за границей контролируемой зоны соответствующей аппаратурой на базе лазерных микрофонов – лазерными акустическими системами разведки (далее – ЛАСР). Данный технический канал утечки информации (далее – ТКУИ) называют лазерным.

Принцип работы ЛАСР заключается в следующем. Генерируемое лазерным передатчиком излучение распространяется через атмосферу, отражается от поверхности оконного стекла (классический вариант) либо любой диффузной поверхности, модулируется при этом по закону акустического сигнала, также воздействующего на стекло или предмет интерьера, повторно преодолевает атмосферу и принимается фотоприемником, восстанавливающим разведываемый сигнал [1].

Для защиты информации от утечки по лазерному ТКУИ применение одной лишь системы активной защиты на основе виброизлучателей оказывается недостаточно. Необходимыми являются либо дополнительная установка в самом ЗП ламелей с вибровозбудителями, либо исключение возможности лазерного зондирования отражающих поверхностей ЗП путем размещения на окнах ЗП внешних металлических непрозрачных рольставен [2].

Построение эффективной и рациональной в широком смысле слова системы защиты ЗП от ЛАСР является сложной и неоднозначной задачей.

Предлагается принцип работы устройства, теоретически способного в режиме реального времени детектировать съём АРИ по лазерному каналу:

1) устройство с высокой чувствительностью, направленное на конкретный сектор ЗП, регистрирует лазерное излучение в определенном поддиапазоне частот (например, принимает волны ближнего инфракрасного диапазона длиной 1060 нм),

2) устройство, путем подачи определенного сигнала, моментально извещает людей, находящихся в ЗП, о потенциальном ведении съема АРИ (разведки) и дополнительно уведомляет их о необходимости срочным образом прекратить конфиденциальные переговоры.

Система должна обеспечивать быстрое и точное обнаружение наличия перехвата АРИ, а также минимальное количество ложных срабатываний.

## Список литературы

1. Лысов А.В. Оптические системы зондирования акустически возбужденных поверхностей (лазерные системы акустической разведки). СПб.: Медиапапир, 2020. 512 с.
2. Порфирьев, Д.Р. Основная концепция и существующие подходы по защите информации ограниченного доступа от перехвата по лазерному каналу утечки информации // Студенческая научная весна: Тезисы докладов Всероссийской студенческой конференции, посвященной 175-летию Н.Е. Жуковского, (Москва, 01–30 апреля 2022 года.) Москва: Издательский дом «Научная библиотека». 2022. С. 246-247.

**УДК 004****ОБЗОР СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ  
МЕЖСЕТЕВЫХ ЭКРАНОВ**

Приваленко А.Б., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

allla.privalenko@yandex.ru

Научный руководитель: Цирлов В.Л., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Перед тем как рассматривать какие-либо конкретные средства тестирования межсетевых экранов в рамках сертификационных испытаний, нужно, прежде всего обратиться к нормативным документам того регулятора, на соответствия требованиям которого будет производиться тестирование брандмауэра. В данном случае рассмотрим методический документ «Профиль защиты межсетевых экранов типа «А» четвертого класса защиты» (Утверждён ФСТЭК России 12 сентября 2016 г.) [1] т.к. в этом документе содержатся самые строгие требования из всех общедоступных документов (более высокие требования предъявляются к межсетевым экранам третьего, второго и первого классов защиты, но этих документов нет в общем доступе). В профиле защиты основными являются разделы о проблемах безопасности, угрозах, целях безопасности и, непосредственно, сами требования. В данной работе будет рассмотрен 7 раздел «Требования безопасности» профиля защиты и тест – кейсы для проверок требований безопасности.

В подразделе 7.1 профиля защиты представлены функциональные компоненты из национального стандарта Российской Федерации ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-2-2013 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 2. Функциональные компоненты безопасности», на которых основаны функциональные требования безопасности межсетевого экрана, а также компоненты сформулированных в явном виде расширенных (специальных) требований. Все эти требования должны покрываться функционалом межсетевого экрана и, как следствие, средство тестирования должно выполнять тест – кейсы, результаты которого будут удовлетворять данным требованиям. Что конкретно должен выполнять межсетевой экран прописано в подразделах 7.1.1 – 7.1.6. Как выполнять данные требования прописано в ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-2-2013 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии



оценки безопасности информационных технологий. Часть 2. Функциональные компоненты безопасности» [2].

Существует множество видов тестирования. Рассмотрим методы «белого ящика» и «черного ящика» [3].

Тестирование по методу «белого ящика» предполагает у тестирующего полного знания о структуре, архитектуре, конфигурации, алгоритмов работы межсетевого экрана и т.д. Выводы о наличии уязвимостей делаются на основании исходных текстов, конструкторской и эксплуатационной документации и потом проверяются на практике.

Тестирование по методу «черного ящика» не требует наличия у тестирующей стороны каких-либо специальных знаний о структуре и принципах работы МЭ. Тестирование методом черного ящика заключается в исследовании реакции программы на различные действия пользователя, сравнении ожидаемых результатов с полученными и дальнейшем анализе корректности работы МЭ. Метод «черного ящика» используется для функционального тестирования на этапе внедрения и эксплуатации системы межсетевого экранирования. В качестве тестирующих инструментов могут выступать средства автоматизации тестирования [4].

Выявим общие требования для программ автоматизированного тестирования:

- Простота использования. Быстрый доступ к результатам тестирования, простые запросы и форматы данных.

- Гибкость. Субъект тестирования должен дополняться новыми тест – кейсами без изменения программного кода уже существующих тестовых сценариев.

- Сохранение результатов. Тестирующее средство должно сохранять результаты для возможности формирования сложных (комбинированных) атак.

В качестве инструментов для автоматизированного тестирования можно использовать:

- Генераторы и анализаторы сетевого трафика;

- Сетевые сканеры;

- Сканеры уязвимостей.

Целью автоматизированного тестирования является проверка выполнения требований, прописанных в документации, межсетевым экраном. Для этого выполняются:

- Проверка выполнения требований безопасности, а именно выполнение функций контроля доступа, контроль соответствия записей событий безопасности в журнал регистрации, контроль генерации сигналов тревоги, контроль доступности.

- Проверка требуемой функциональности, а именно проверка входящего трафика в защищенную сеть, проверка входящего трафика во внешнюю сеть, проверка взаимодействия с сетью Интернет.

Исследовав даже небольшое количество существующих утилит для автоматизированного тестирования МЭ, можно сделать вывод об их многообразии, и становится понятно то, что функции многих пересекаются и невозможно использовать одно средство тестирования, которое бы покрывало все требования к проверкам. Как следствие, используется много разных средств, которые генерируют (или не генерируют, в силу отсутствия такой функции) отчеты о тестировании, которые нужно дополнительно просматривать для исключения пересекающихся выводов. Автоматизация наиболее рутинных шагов позволит повысить качество проводимого тестирования, снизить временные затраты, а также сократить число возможных ошибок тестирования.

## Список литературы

1. Методический документ. Профиль защиты межсетевых экранов типа «А» четвертого класса защиты ИТ.МЭ.А4.ПЗ. ФСТЭК России. URL: <https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/sertifikatsiya> (Дата обращения 15.04.2022).
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-2-2013 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 2. Функциональные компоненты безопасности». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200105710> (Дата обращения 11.04.2023)
3. Лебедь С.В. Межсетевое экранирование. Теория и практика защиты внешнего периметра. М.: Изд во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 304 с.
4. Бейзер Б. Тестирование черного ящика. Технология функционального тестирования программного обеспечения и систем. URL: <https://www.goodreads.com/book/show/13514449?rating=4> (Дата обращения 30.04.2022).

**УДК 004.056.52****БИОМЕТРИЧЕСКАЯ АУТЕНТИФИКАЦИЯ НА ОСНОВЕ ЭКГ-ПАТТЕРНОВ ПРИ ПОМОЩИ СИАМСКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Сидоркин А.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

[hellooweenasd01@gmail.com](mailto:hellooweenasd01@gmail.com)

Научный руководитель: Басараб М.А., д.ф.-м.н., проф., зав.кафедрой

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Традиционные методы биометрической аутентификации, такие как распознавание лица, радужной оболочки глаза, отпечатков пальцев или записи голоса, имеют свои недостатки. Отпечатки пальцев и запись голоса очень неустойчивы к фальсификации. Изображения лица или радужной оболочки глаза, полученные видеокамерами, могут быть повреждены из-за угла наблюдения, а также освещения, разрешения камеры и других параметров, что приводит к ошибкам и снижению точности. Поэтому в настоящее время внимание уделяется новым методам аутентификации, таким как использование паттернов сердцебиения. Сигналы электрокардиограммы обладают уникальными характеристиками и структурой, которые трудно подделать, потому что основные биометрические параметры скрыты во время аутентификации и могут быть получены только из физических измерений.

Аутентификация при помощи ЭКГ происходит путем сравнения двух записей электрокардиограммы – одной, полученной во время регистрации пользователя, и другой, полученной во время попытки аутентификации. В последнее время нейронные сети стали очень эффективным инструментом для сравнения двух сигналов в биометрической аутентификации по ЭКГ [1]. Они позволяют автоматически извлекать характеристики из ЭКГ сигналов и использовать их для построения математических моделей, которые могут сравнивать и классифицировать сигналы. Такие модели могут использоваться для определения подлинности ЭКГ сигнала и автоматической аутентификации пользователя.

Для аутентификации эффективно использовать сиамские нейронные сети [2]. Они представляют собой нейронные сети, которые обучаются извлекать признаки из пары входных данных и возвращать значение сходства между ними. Это достигается путем обучения двух идентичных нейронных сетей, которые имеют общие веса и одинаковую

архитектуру. Каждая из этих сетей принимает на вход ЭКГ сигнал, а затем извлекает признаки, преобразуя их в векторные представления. Далее эти векторные представления сравниваются с помощью функции расстояния, например, Евклидова расстояния, и возвращается значение сходства между входными данными.

Для предварительной обработки сигналов можно использовать библиотеку WFDB языка программирования Python, чтобы переводить сигналы в удобный для работы вид, например, вид numpy массивов. Для сегментации эффективно использовать алгоритм Христово [3], который содержит следующие шаги. Сглаживание сигнала: исходный ЭКГ сигнал сначала фильтруется с помощью медианного фильтра, а затем сглаживается с помощью скользящего среднего. Вычисление первой производной: из сглаженного сигнала вычисляется первая производная, используя разницу между текущим и предыдущим отсчетом. Определение порогового значения: пороговое значение определяется как процент от максимального значения первой производной. Поиск начала и конца комплексов: алгоритм проходит по сигналу и находит первый отсчет, который превышает определенное пороговое значение. Этот отсчет считается началом комплекса. Затем алгоритм продолжает сканирование сигнала и находит первый отсчет, который становится меньше определенного порога. Этот отсчет считается концом комплекса. Уточнение начала и конца комплексов: для уточнения начала и конца комплексов производится поиск локального минимума первой производной вблизи найденных начала и конца. Извлечение комплексов: наконец, каждый комплекс извлекается из сигнала, используя найденные начала и концы.

Для создания обучающих, валидационных и тестовых выборок ЭКГ сигналы необходимо разбить на пары. Целевое значение помечено 0, если сигналы от разных людей. 1, если оба сигнала от одного человека.

Прямой проход по сверточной нейронной сети осуществляется следующим образом. На вход сети подается сигнал ЭКГ в виде вектора, который передается на первый сверточный блок. Сверточный блок выполняет операцию свертки на входном векторе с фильтрами, каждый из которых имеет свою размерность. После этого применяются: нормализация данных по каждой мини-выборке, функция активации и уменьшение размерности признаков карты. При этом 25% случайных нейронов блока являются неактивными. Выход первого блока передается на вход следующего блока, который выполняет те же операции. Процесс продолжается до тех пор, пока выход последнего блока не будет передан на полносвязный слой. На этом слое выполняется операция умножения входного вектора на матрицу весов. Результатом этого умножения является вектор признаков ЭКГ сигнала.

Выделение признаков параллельно производят две идентичные сверточные нейронные сети с одинаковыми весами для пары сигналов. Два вектора признаков сравниваются по Евклидовому расстоянию между собой. Результат подается на последний полносвязный слой с сигмоидальной функцией активации. Выход данной функции активации принимает значения от 0 до 1, включая концы. Таким образом, на выходе получается оценка схожести двух ЭКГ сигналов. Описанное выше характеризует работу siamoйской нейронной сети, которая применяется в данном исследовании.

По итогам тестирования модели были получены следующие результаты. Точность: 99,69%. Чувствительность: 99,43%. Специфичность: 99,94%. ROC-AUC: 99,69%. Таким образом, модель нейронной сети показала хорошие результаты аутентификации пользователей на основе их ЭКГ.

## Список литературы

1. Сидоркин А.Д., Панчехин Н.И., Десятов А.Г. Обзор существующих решений на основе методов машинного и глубокого обучения для задач аутентификации при помощи ЭКГ-паттернов. // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. 2022. Т. 7, Ч. 3, С. 73-85.
2. Ivanciu L., Ivanciu I.A., Farago P. et al. An ECG-based Authentication System Using Siamese Neural Networks. // J. Med. Biol. Eng. 2021. №41. pp. 558–570.
3. Christov I.I. Real time electrocardiogram QRS detection using combined adaptive threshold. // BioMed Eng OnLine. 2004. № 3. pp.28. DOI:10.1186/1475-925X-3-28

**СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»****УДК 004.051****ИССЛЕДОВАНИЕ REDoS АТАК**

Беликова Ю.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Исмагилова Д.Н., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

yulyawh@gmail.com, armi.din1902@gmail.com

Научный руководитель: Непейвода А.Н., ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Регулярное выражение – это механизм, использующий шаблонное представление регулярного языка. Он широко применяется в современном программном обеспечении: базах данных, текстовых редакторах, поисковых системах и т. д. Программные модули, использующие операции сопоставления регулярного выражения со строкой, могут иметь уязвимости, связанные с высокой вычислительной сложностью сопоставления, – данная проблема известна как REDoS (англ. regular expression denial of service) атака – атака типа «отказ в обслуживании» с использованием регулярных выражений, форма алгоритмических асимметричных атак, нацеленных на ресурс ЦП сервера [1].

Скорость сопоставления строки с регулярным выражением зависит от используемой в алгоритме модели регулярного языка и от самого регулярного выражения [2]. Более чем линейный рост времени сопоставления наблюдается при переходе от регулярного выражения к недетерминированному конечному автомату (НКА) и последующем использовании механизма разбора слова по НКА с возвратами. Таковы механизмы сопоставления в стандартных библиотеках Python и JavaScript. Существуют и безопасные реализации регулярных выражений – соответствующие модули реализованы в Go и Rust, а также в библиотеке Re2. Основная проблема вторых – невозможность поддержки расширенного синтаксиса, которая существует в библиотеках, основанных на представлении языка в форме НКА. Под расширенным синтаксисом подразумеваются конструкции, позволяющие описывать нерегулярные языки. В частности, общепринятым расширением является механизм обратных ссылок (англ. backreference), который позволяет сопоставлять входную строку с её же частью, уже совпавшей с неким выделенным шаблоном в регулярном выражении (англ. capturing group).

Задача определения уязвимости регулярного выражения в модели НКА и расширенного НКА нетривиальна, например, выражение  $a^*aba^*$  не является уязвимым, однако число вариантов сопоставления строки, соответствующей шаблону  $a^n$ , с выражением  $a^*ab^*a^*$  растёт уже квадратично; вследствие чего, время распознавания слова  $a^nd$  указанным регулярным выражением в модели НКА растёт как  $O(n^2)$ , из-за множественного выполнения возвратов по неудаче по всем возможным путям разбора префикса  $a^n$ . Когда время разбора растёт экспоненциально, отказ обслуживания может достигаться даже при небольших длинах входной строки; такие ситуации, в частности, возникают при использовании регулярных выражений, содержащих итерацию

подвыражения, допускающего пустое слово. Для распознавания подобных выражений применимы различные методы статического анализа, например, метод образцов, обученных на положительных примерах. В библиотеке Re2 такие регулярные выражения преобразуются в НКА по алгоритму Глушкова, что исключает экспоненциальный рост числа путей разбора из-за итерации по пустому слову.

Для того чтобы механизм обратных ссылок естественно продолжал классическую модель академических регулярных выражений, эффективно реализованную в библиотеке Re2, можно воспользоваться их представлением как регулярных выражений с памятью, эквивалентных так называемым автоматам с памятью, MFA (англ. *memory finite automata*). В соответствии с предложенным подходом был реализован модуль, в упрощенном варианте применяющий алгоритм Re2 для стандартных регулярных выражений, и вдобавок поддерживающий механизм обратных ссылок посредством перехода к модели MFA, обобщающей конструкцию НКА Глушкова

Была сформирована выборка из уязвимых расширенных регулярных выражений с обратными ссылками. Для сравнительного анализа инструментов сопоставления строк с регулярными выражениями в разных языках программирования был реализован соответствующий модуль тестирования. Эксперименты показали, что анализ неоднозначностей в НКА, построенном по регулярному выражению с помощью алгоритма Томпсона, адекватно указывает REDoS уязвимости относительно модулей Python и Javascript, поддерживающих расширенный синтаксис. Результаты тестирования регулярных выражений с обратными ссылками свидетельствуют, что выражения, содержащие уязвимости типа итерации пустого слова, показали линейный рост времени работы в предложенной модификации Re2 и более чем линейный — в стандартных библиотеках; регулярные выражения без явных уязвимостей с классической точки зрения показали полиномиальный рост в обоих случаях. Таким образом, предложенный подход позволил частично перенести эффективный подход библиотеки Re2 на расширенные конструкции регулярных выражений.

#### Список литературы

1. Weideman N., Van der Merwe B., Berglund M., Watson B.W.. Analyzing matching time behavior of backtracking regular expression matchers by using ambiguity of NFA, in *Implementation and Application of Automata// 21st International Conference, CIAA 2016, Proceedings*. DOI: 10.1007/978-3-319-40946-7.
2. Davis J.C. *The Impact of Regular Expression Denial of Service (ReDoS) in Practice: An Empirical Study at the Ecosystem Scale // Lake Buena Vista, FL, USA : Association for Computing Machinery*. 2018. С. 246-256.
3. Freydenberger D.D., Schmid M.L. Deterministic regular expressions with back-references // *Journal of Computer and System Sciences*. 2019. V. 105. pp. 1—39. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcss.2019.04.001>.

УДК 004.021

**ОБЗОР АЛГОРИТМОВ ПОИСКА ПЛАГИАТА В ИСХОДНЫХ КОДАХ ПРОГРАММ**

Белоусов А. Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

flygrounder@yandex.ru

Научный руководитель: Коновалов А.В., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

При обучении студентов программированию, применяются автоматические системы тестирования. Такие системы позволяют проверить корректность работы программы на различных входных данных без участия человека. Отсутствие ручной проверки снижает нагрузку на преподавателя и увеличивает её точность — при проверке вручную можно забыть проверить какой-либо сценарий, при автоматическом тестировании гарантированно будут проверены все заданные сценарии. Однако тестирование программы на корректность — лишь часть процесса проверки. Кроме корректности, необходимо проверить стиль кода и наличие плагиата. Стиль кода проверяется преподавателем исходя из общих принципов и правил, проверка же на наличие плагиата — более трудная задача. Довольно легко внести косметические изменения в программу, не вникая в её суть, чтобы код начал выглядеть по-другому: переименовать переменные, поменять порядок объявления функций, добавить или удалить комментарии. В связи с этим, программа-антиплагиат должна рассматривать программу не просто как набор символов, а как последовательность элементов синтаксиса языка программирования, учитывая их роль в программе, а не текстовое представление. В частности, антиплагиат не должен учитывать названия переменных и комментарии. Чтобы выполнить эти требования, можно провести лексический анализ сравниваемых программ и сравнивать последовательности токенов. После проведения лексического анализа задача поиска плагиата сводится к задаче сравнения похожести строк.

Одним из наиболее интуитивно понятных подходов сравнения похожести строк, является алгоритм жадного строкового замощения. На каждом шаге алгоритма выбирается наибольшая общая подстрока, сохраняется как плитка и вычёркивается из обеих последовательностей. Затем процесс повторяется, пока размер плитки не станет меньше минимального. Процент плагиата считается как отношение вычеркнутых токенов ко всем. На этом можно остановиться и автоматически отклонять посылки с уровнем плагиата, превышающим определённую отсечку. Однако преимущество данного метода заключается в том, что результат является понятным человеку и преподаватель может, посмотрев на найденные плитки, принять окончательное решение о принятии посылки. Прimitивная реализация жадного строкового замощения имеет алгоритмическую сложность  $O(k \cdot N^3)$  где  $k$  — количество плиток,  $N$  — длина последовательностей. Существует также реализация, использующая динамическое программирование и имеющая сложность по времени  $O(k \cdot N^2)$ , по памяти  $O(N^2)$ . Одной из наиболее эффективных реализаций является использование суффиксного дерева или суффиксного массива. Данная реализация имеет сложность  $O(k \cdot N)$  по времени и  $O(N)$  по памяти [1].

Другим подходом к нахождению плагиата является метод «чешуек» (англ. shingle). В данном методе из последовательности токенов вычисляется последовательность чешуек, каждая чешуйка — хэш от нескольких подряд стоящих токенов. Затем производится подсчёт количества чешуек из исходной программы, найденных в другой

программе. Данный подход позволяет оптимизировать хранение базы плагиата за счёт эффективной реализации структуры «множество». Проблемой данного подхода является сложность интерпретации результата человеком, поэтому он подходит только при автоматическом отклонении посылок.

В случае, если необходим интерпретируемый результат проверки, алгоритм чешуек можно применить для фильтрации посылок, для которых необходимо запускать алгоритм жадного строкового замощения. Для этого можно группировать посылки в древовидную структуру, для каждого узла которой, сохранять объединение чешуек всех дочерних узлов. При проверке пришедшей посылки запускается обход узлов, отсекающий узлы, в которых содержится недостаточно чешуек из проверяемой посылки. Затем алгоритм жадного строкового замощения запускается только для тех посылок, до которых были достигнуты в рамках обхода. Эта эвристика позволяет сократить количество вызовов жадного строкового замощения. Для эффективного хранения множества чешуек для каждого узла можно использовать фильтр Блума [2]. Данная структура позволяет выделить на неё произвольный объём памяти. Структура может давать ложноположительные результаты, но не ложноотрицательные. Таким образом, если фильтр не нашёл достаточно чешуек у узла, то его можно пропускать. Если же количество чешуек достаточно, то обход необходимо продолжить.

Подводя итог, лексический анализ позволяет свести задачу поиска плагиата к задаче сравнения строк. Далее был описан подход, позволяющий оптимизировать проверку, не теряя интерпретируемость результатов, чтобы преподаватель мог вынести окончательное решение. Проблема плагиата в работах всегда будет актуальна т. к. с совершенствованием техник антиплагиата, усложняются и способы плагиата. В ближайшем будущем предстоит решить проблему использования нейросетей и искусственного интеллекта для выполнения учебных заданий.

#### Список литературы

1. Ukkonen E. On-line construction of suffix trees // *Algorithmica*. 1995. V. 14 I. 3. pp. 249–260.
2. Bloom B.H. Space/time trade-offs in hash coding with allowable errors // *Communications of the ACM*. 1970. V. 13. I. 7. pp. 422–426.

**УДК 004.78**

### **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПЕРЕВОДА ЯЗЫКА ЖЕСТОВ**

Дужеева Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

[katy2jf@gmail.com](mailto:katy2jf@gmail.com)

Научный руководитель: Посевин Д.П., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

[danila@posevin.com](mailto:danila@posevin.com)

Общение является неотъемлемой частью нашей жизни. Каждый день мы получаем и распространяем большое количество информации с помощью устной и письменной речи, а так же невербальными способами. Однако глухие и слабослышащие люди зачастую не могут использовать устную речь и вынуждены прибегать к письменной речи или невербальному общению, что порождает ряд проблем, среди которых отсутствие



взаимопонимания между собеседниками. Согласно исследованиям 41% глухих и слабослышащих людей понимают врачей полностью, 39% - понимают иногда, 20% - не понимают совсем; при этом 100% из опрошенных без инвалидности по слуху не имели проблем с пониманием врачей [1].

На данный момент существует несколько проектов, способствующих улучшению качества коммуникации между людьми с инвалидностью по слуху и людьми, не знающими языка жестов. Однако ни один из них не совмещает в себе переводчики из устной речи в язык жестов и обратно. Целью данной работы является разработка мультиплатформенного программного обеспечения, включающего в себя обе эти функции. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи: выбор стека технологий для разработки приложения [2]; реализация посимвольного перевода текста в язык жестов; распознавание жестов дактильной азбуки с помощью машинного зрения.

В результате работы над проектом был сделан прототип веб-ориентированного многопользовательского приложения, которое позволяет одному собеседнику отправлять некоторый текст, а другому - получать их в виде побуквенно переведённого на русский язык жестов сообщения. Для быстрой коммуникации между участниками диалога была реализована система QR-кодов: пользователь может создать комнату, после чего у него на экране появляется QR-код и кнопка “Далее”, при нажатии на которую пользователя отправляет на страницу, где побуквенно будут выводиться сообщения; второй собеседник считывает QR-код, и у него открывается страница, где он может ввести нужное сообщение. Также в ходе работы было создано приложение, которое может распознать некоторые буквы дактильного алфавита. Для этого было обработано несколько фотографий каждого жеста и с помощью полученных данных была сгенерирована модель, опираясь на которую приложение и выполняет распознавание.

Для реализации передачи сообщений в веб-приложении на языке программирования Python3 был написан веб-сокет сервер [3] с помощью библиотек `asyncio`, `websockets`, для реализации алгоритмов компьютерного зрения - библиотеки `OpenCV`, `numpy` и фреймворк `MediaPipe`.

В дальнейшей работе над проектом планируется создать виртуальную модель руки, которая будет дактилировать сообщения; научить нейросеть распознавать не только статические жесты из русского языка жестов; совместить приложения, полученные в ходе работы.

#### Список литературы

1. Zazove P., Niemann L.C., Gorenflo D.W., Carmack C, Mehr D., Coyne J.C., Antonucci T. The health status and health care utilization of deaf and hard-of-hearing persons. // Arch Fam Med. 1993. V. 2. pp. 745-752.
2. Пажетонов М.Е., Каштанов А.А. Разработка методов распознавания жестов глухих на основе открытых программных библиотек. // Современные научные исследования: теория, методология, практика. Уфа:НИЦ Вестник науки. 2022. С. 241-249.
3. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети. 5-е изд. СПб.: Питер, 2012. С.533-540.

**УДК 004.43**

## **УТИЛИТА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ИСПОЛНЯЕМЫХ И СИ ФАЙЛОВ ИЗ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ**

Кондакова М.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления».

milanop@ya.ru

Научные руководители: Вишняков И.Э., ст.преподаватель.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Непейвода А. Н., ассистент;

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Компилятор – это программа, которая считывает текст программы, написанной на одном языке – исходном, и транслирует его в эквивалентный текст на другом языке – целевом. Часто целевым является машинный язык [1]. Компилятор дает программистам возможность запускать и использовать написанные ими программы. Процесс компиляции можно поделить на три стадии: анализ, оптимизация, синтез. Студентам в ходе изучения курса о компиляторах часто надо реализовывать начальную стадию компиляции (анализ), то есть лексический, синтаксический и семантический анализаторы. При этом крайне редко ставится задача реализовать стадию синтеза, то есть получение кода целевой машины из некоторого промежуточного представления, поэтому потребность запуска программ с помощью созданной части компилятора остается неудовлетворенной. С помощью утилиты для генерации исполняемых файлов студенты смогут запускать программы, реализовав только стадию анализа.

Данная утилита поддерживает императивные языки программирования. В выражениях могут встречаться операции сложения, вычитания, умножения, деления (целочисленного для целых чисел и дробного для чисел с плавающей точкой), операции сравнения, расстановку приоритетов с помощью скобок, а также создание массивов типа `integer`, `fractional` и `boolean` фиксированной длины и обращение к элементам для записи и чтения. Также поддерживаются условные переходы, в том числе с несколькими условиями, и циклы с пред- и постусловиями.

На вход принимается файл в формате JSON. Этот файл содержит информацию о функциях в формате графа потока управления и типах переменных, использованных в этих функциях. В каждой вершине графа потока управления перечислены выражения в формате абстрактно-синтаксического дерева по заданной грамматике.

Работу утилиты можно разбить на последовательные этапы: 1) генерация LLVM IR; 2) создание объектных файлов; 3) генерация Си файлов; 4) получение исполняемых файлов. LLVM IR – это промежуточное представление, используемое в фреймворке LLVM [2]. Данный фреймворк предоставляет возможность создания объектных файлов из LLVM IR, а также классы для его генерации. Генерация LLVM IR происходит при обходе дерева потока управления. Сперва создается дополнительная вершина, в которой инициализируются все переменные. Это необходимо из-за требования выделять память только в доминаторе (вершине, которая является родительской для всех остальных вершин). Затем для каждой вершины графа потока управления происходит генерация базового блока в порядке обхода в ширину, чтобы избежать закливания в случае наличия петель. Выражения – конфигурации вершин порождаются один раз – сразу после их инициализации. Выражения, поддерживаемые в генерации LLVM IR, включают

арифметические операции, работу с массивами и структурами. Генерация выражений происходит через обход абстрактно-синтаксического дерева. Сначала происходит получение значений: создание констант или выгрузка из памяти, затем выполняются операции в порядке приоритета, и в конце полученные значения сохраняются в память, если это требуется. Данное представление сохраняется в файл формата IR, а затем LLVM генерирует объектный файл.

С помощью объектных файлов обеспечивается возможность импортировать объявленные в промежуточном представлении функции в программы на Си. Для этого достаточно указать объектный файл при компиляции. Си файл генерируется для каждой функции, указанной во входных данных. Генерация Си файлов происходит построчно. В файл добавляются строки импорта необходимых библиотек, строка объявления функции, затем добавляются строки инициализации функции main. В зависимости от типа возвращаемого функцией значения генерируется переменная для сохранения результата работы функции. Далее добавляется строка вызова функции, аргументы функции считываются из аргументов командной строки. Последней добавляется строка вывода результата работы функции в командную строку. При компиляции сгенерированной программы на Си и объектного файла получается исполняемый файл.

В дальнейшем возможно расширить допустимые в языке конструкции на пользовательские и системные структуры, вызовы системных и пользовательских функций, а также добавить поддержку динамических массивов.

#### Список литературы

1. Ахо А.В., Ульман Д.Д. Компиляторы: принципы, технологии и инструменты. 2-е издание. М.: Издательский дом "Вильямс", 2008. 1008 с.
2. Официальная страница LLVM. Электронный ресурс. URL: <https://llvm.org/> (Дата обращения 14.04.2023).

#### **УДК 004.021**

#### **АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЫНКА НЕДВИЖИМОСТИ**

Кузовчиков М.Е., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

[mkuzovchikov@gmail.com](mailto:mkuzovchikov@gmail.com)

Научный руководитель: Домрачева А.Б., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

В последние годы машинное обучение стало неотъемлемой частью многих отраслей, включая недвижимость. Моделирование рынка недвижимости является одной из задач, которые могут быть решены с помощью методов машинного обучения, которые к тому же в большинстве случаев могут выделить самые неочевидные связи.

Одним из наиболее распространенных методов машинного обучения является линейная регрессия. Этот метод используется для построения моделей, которые могут предсказывать значения целевой переменной на основе набора факторов. В задаче моделирования рынка недвижимости линейная регрессия может быть использована для предсказания цен на недвижимость на основе таких факторов, как размер жилой площади, количество комнат, расположение объекта недвижимости и т.д. Модель линейной

регрессии, представленная в формуле (1), представляет собой линейную функцию, зависящую от нескольких переменных.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p + \varepsilon \quad (1)$$

где  $\beta_i$  – это регрессионные коэффициенты,  $x_i$  – это значения независимых переменных,  $\varepsilon$  – это значение ошибки, а  $y$  – значение целевого признака.

Функцией потерь, как правило, выступает квадратичная функция потерь, представленная в формуле (2).

$$L(x, y) = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \quad (2)$$

Одним из подходов к минимизации функции потерь является итеративный метод, который основан на алгоритме градиентного спуска [1].

Стоит отметить, что линейная регрессия может не учитывать сложные зависимости между факторами и целевой переменной, что может привести к неточным прогнозам.

Другим методом машинного обучения, который может быть использован в задаче моделирования рынка недвижимости, является метод случайного леса. Данный метод применяется для решения задач классификации и регрессии [2]. Модель случайного леса основана на наборе решающих деревьев, каждое из которых обучено на обучающей выборке. Метод формирует прогноз целевого признака путём усреднения результатов прогнозов набора решающих деревьев. Для каждого дерева решений выбирается подвыборка обучающей выборки определенного размера. Для расщепления в каждом дереве решений выбирается наилучший признак из набора признаков, а дерево строится до исчерпания выборки.

Увеличение количества решающих деревьев увеличивает точность модели, хотя это влияет на производительность. Ещё одним гиперпараметром является число признаков для выбора расщепления, его увеличение также приводит к увеличению времени обучения модели. Очередным гиперпараметром модели является глубина деревьев. Большая глубина позволяет достичь большей точности.

Однако, метод случайного леса также может иметь недостатки. Например, решающие деревья могут быть чувствительными к выбросам и шуму в данных, что может привести к неточным прогнозам.

Еще одним методом машинного обучения, который может быть использован в задаче моделирования рынка недвижимости, является метод k-ближайших соседей. Алгоритм основан на предположении, что каждый элемент из набора данных имеет похожий целевой признак с другими элементами набора, если у них похожи другие признаки [3].

Алгоритм выбирает элемент из выборки и строит множество похожих элементов путём вычисления расстояния до других элементов. Критерием выбора будет минимальное расстояние до элемента. Скорость обучения зависит от количества данных. При увеличении количества данных сложность алгоритма увеличивается квадратично. Данный алгоритм не чувствителен к выбросам, однако при использовании данного алгоритма в задаче регрессии результатом будет среднее значение ближайших соседей.

Недостатком данного метода является квадратичное увеличение сложности с увеличением количества данных. Более того, скорость обучения зависит от количества данных и количества классов, на которые будет разделена выборка.

В отличие от линейной регрессии модель, основанная на методе случайного леса или методе k-ближайших соседей, может быть сложно интерпретирована, что затрудняет понимание причинно-следственных связей между факторами и целевой переменной.

Таким образом, в задаче моделирования рынка недвижимости можно использовать различные методы машинного обучения, включая линейную регрессию, метод случайного леса и метод k-ближайших соседей. Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки, и выбор метода зависит от конкретной задачи и доступных данных. Важно учитывать, что моделирование рынка недвижимости является сложной задачей, которая требует не только использования методов машинного обучения, но и глубокого анализа рынка и экономических факторов.

#### Список литературы

1. Xin Y., Xiaogang S. Linear Regression Analysis. Theory and Computing. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2009. 378 p.
2. Breiman L. Random Forests. / Statistics Department, University of California, Berkeley. 2001. 33 p.
3. Kramer O., von Ossietzky C. Unsupervised K-Nearest Neighbor Regression / Universitat Oldenburg, Oldenburg. 2011. 4 p.

#### УДК 004.932.2

### **ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВИДЕОПОТОКА**

Стафиевский С.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

stasstaf2002@gmail.com

Научный руководитель: Посевин Д.П., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

За последние годы развитие глубоких нейронных сетей открыло новые возможности в области повышения качества изображений и видео. Появление архитектуры GAN (generative adversarial networks, генеративно-сопоставительные сети) [1] произвело революцию в данной области, позволив генерировать высококачественные изображения из аналогов с низким разрешением. Повышение разрешения представляет собой сложную проблему, поскольку одному изображению (кадру, в случае видеопотока) может соответствовать множество изображений с высоким разрешением. Сжатие изображений приводит к потере важной информации, что делает невозможным полное восстановление оригинала. Генеративно-сопоставительные нейронные сети предлагают многообещающее решение этой проблемы, используя их способность генерировать очень реалистичные изображения. В данной статье мы обучили собственную модель, основанную на современной архитектуре, а также исследовали её потенциал для улучшения качества видеопотока в низком разрешении на примере камеры микроконтроллера ESP32-CAM.

Цель данного исследования - обучить нейронную сеть, которая сможет эффективно улучшать качество видеопотока, а также разработать программный код, который позволит использовать эту модель. Для этого был проведен обзор различных методов и современных архитектур для повышения разрешения видео. В данной работе видео рассматривается как последовательность независимых кадров, и задача улучшения качества видео сводится к задаче улучшения качества изображений. Для решения этой задачи выбрана современная архитектура ESRGAN [2]. Выбор был сделан в пользу этой архитектуры, потому что она достаточно мощная, чтобы показывать хорошие результаты,

но при этом не очень требовательна к вычислительным ресурсам (модель на основе ESRGAN может быть успешно обучена на одном графическом процессоре).

В качестве данных для обучения нашей модели, был выбран стандартный для данной области набор данных DIV2K [3], который представляет собой 800 изображений в высоком разрешении. Модель обучалась на парах изображений – целевое изображение в высоком разрешении представляло собой случайный квадратный фрагмент одного из оригинальных изображений, а на вход ей подавалось изображение в низком разрешении, полученное путем субдискретизации при помощи бикубической интерполяции с масштабирующим фактором 4. Таким образом скромное число изображений в оригинальном датасете не играло никакой роли – в процессе обучения модель «видела» десятки тысяч различных пар изображений.

Для обучения модели мы использовали приём из оригинальной статьи [2], в котором данный процесс разделяется на две стадии. На первой стадии была предварительно обучена модель генератора с использованием стандартной функции потерь (в наших экспериментах мы использовали как L1-норму, так и L2-норму). На второй стадии было проведено состязательное обучение генератора и дискриминатора. Этот метод позволяет достичь более высоких результатов обучения. Во-первых, он позволяет избежать сходимости в нежелательный локальный оптимум. Во-вторых, он дает дискриминатору возможность более эффективно обучаться, потому что после предварительного обучения генератор уже может производить правдоподобные изображения, а не явно искусственные. Каждая стадия обучения продолжалась 100 эпох. Для оптимизации был использован метод стохастического градиентного спуска Adam с параметрами  $\beta_1 = 0.9, \beta_2 = 0.999$ . Весь процесс обучения проходил на единственном графическом ускорителе NVIDIA Tesla P100 с 16GB оперативной памяти.

Для подбора оптимальных гиперпараметров был проведён ряд экспериментов, которые, в частности, показали, что увеличение размера обучающих примеров ведёт к лучшим результатам, равно как и замена L1-нормы на L2-норму.

Финальная версия модели была протестирована на видеопотоке с камеры микроконтроллера ESP32-CAM (с разрешением кадра 296x400). В результате был получен видеопоток в разрешении, улучшенном в 4 раза - 1184x1600.

#### Список литературы

1. Goodfellow I.J. et al. Generative Adversarial Networks. DOI:<https://doi.org/10.48550/arXiv.1406.2661>
2. Wang et al. ESRGAN: Enhanced Super-Resolution Generative Adversarial Networks. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1809.00219>
3. Agustsson E., Timofte R. NTIRE 2017 Challenge on Single Image Super-Resolution: Dataset and Study // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW). 2017. pp. 1122-1131, DOI: 10.1109/CVPRW.2017.150.

## СЕКЦИЯ «ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ»

**УДК 004.056.53**

### **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ DLP-СИСТЕМ ПРИ РАБОТЕ С КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ**

Балакин К.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

balakinka@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Антонова В.М., к.т.н., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

По данным российской группы компаний InfoWatch, занимающейся разработкой средств защиты информации от несанкционированного доступа, за последние 5 лет количество утечек информации, в том числе умышленных, выросло в 5 раз [1]. Причинами утечек информации являются различные факторы: неосторожность или компьютерная неграмотность сотрудников, намеренная кража информации как собственными сотрудниками (инсайдерами), так и сторонними лицами – хакерами. Наиболее интересной для потенциального злоумышленника является конфиденциальная информация организации.

Одним из инструментов предотвращения утечек конфиденциальной информации являются DLP-системы (англ. Data Leak Prevention – системы предотвращения утечек).

Успешное функционирование DLP-систем возможно только в условиях введения режима коммерческой тайны, когда вся циркулирующая информация в организации четко разделяется на потоки с введением и соблюдением соответствующих правил ее обработки.

Как показывает практика, в большинстве организаций данные условия не соблюдаются, в результате чего DLP-система вырождается из инструмента по предупреждению утечек информации в некий гибрид систем учета рабочего времени, противодействия промышленному шпионажу и контроля циркулирующих в системе файлов.

Ключевой функциональной особенностью большинства отечественных DLP-систем является возможность скрытного подключения к микрофону пользователей локальных вычислительных сетей общего пользования с последующей записью информации. У этой функции есть существенный недостаток – извлечение и анализ полученной таким образом информации полностью лежит на операторе. Программного модуля, автоматически распознающего записанную речь, нет. Чтобы провести расследование внутреннего инцидента компании оператору приходится прослушивать многие часы аудиофайлов.

В рамках данной работы строится тестовый стенд для разворачивания DLP-системы, производится выборка тестовых сигналов при различном удалении от микрофона и при различных шумовых помехах, разрабатывается модуль распознавания речи на базе библиотеки VOSK.

#### Список литературы

1. Блог компании InfoWatch URL: <https://www.infowatch.ru/company/presscenter/publications> (Дата обращения 20.04.2023)

**УДК 004.056**

## **КЛАССИФИКАЦИЯ СЕТЕВОГО ТРАФИКА С ПОМОЩЬЮ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Березин А.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

berezinad@student.bmstu.ru

Воронин С.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

voroninsm@student.bmstu.ru

Совертека З.К., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

sovertkazk@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Бонч-Бруевич А.М., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

В работе проведено исследование использования искусственного интеллекта для классификации различных протоколов прикладного уровня сетевого трафика между двумя хостами.

Сетевым трафиком можно назвать объем данных, переданных между двумя устройствами за конечный отрезок времени. Эти данные могут быть разного вида: аудио, видео, пакеты сетевых протоколов, сообщения. В тоже время трафик может быть вредоносным, неприемлемым и нарушающим политику, выходящим за рамки обычных бизнес-процессов [1]. Все это может ставить под угрозу активы организации, влиять на продуктивность ее сотрудников.

Машинное обучение (МО) – это метод искусственного интеллекта, который позволяет компьютерам, без участия людей обнаруживать связь между свойствами объекта анализа и искомого значения в данных и использовать ее для принятия решений или выполнения трудоемких задач [3]. Одним из основных достоинств машинного обучения, при достаточной обученности модели, является возможность быстро замечать малейшие изменения в рядовом поведении пользователя, которые могли бы быть интерпретированы, как опасные действия ведущие к эксплуатации уязвимостей.

В работе был рассмотрен метод классификации трафика на основе алгоритма обучения с учителем [4]. При этом требуется обучающий набор данных, на котором создается и обучается модель интеллектуального анализа данных. Готовая модель тестируется и впоследствии используется для предсказания значений в новых наборах данных.

После окончания формирования модели проводилась проверка работы алгоритма как на тестовой выборке, где можно заранее определить корректность работы МО, так и в условиях присутствия фоновой трафика, то есть в случае, когда в тестовой выборке присутствовали дополнительные данные, отсутствующие в обучающей выборке [2].

Интегрирование решений, основанных на классификации сетевого трафика в информационные системы, поможет не только обезопасить сети и сократить время принятия решения для предотвращения попадания в сеть вредоносного трафика, но и выявить новые угрозы.



## Список литературы

1. Гетьман А.И., Евстропов Е.Ф., Маркин Ю.В. Анализ сетевого трафика в режиме реального времени: обзор прикладных задач, подходов и решений. // ИСПРАН. URL: [https://www.ispras.ru/preprints/docs/prep\\_28\\_2015.pdf](https://www.ispras.ru/preprints/docs/prep_28_2015.pdf) (Дата обращения 30.03.2023).
2. Грас Дж. Data Science. Наука о данных с нуля. 2-е издание: пер. с англ. СПб.: БХВ – Петербург, 2021. 416 с.
3. Рашка С., Вахид М. Python и машинное обучение: машинное и глубокое обучение с использованием Python, scikit-learn и TensorFlow 2. 3-е издание: пер. с англ. СПб.: ООО «Диалектика», 2020. 848 с.
4. Гетьман А.И., Иконникова М.К. Обзор методов классификации сетевого трафика с использованием машинного обучения.. URL: <https://ispranproceedings.elpub.ru/jour/article/view/1364/1163> (Дата обращения 02.04.2023)

**УДК 004.5****РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ VNC**

Буркэ А.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

bai18u016@student.bmstu.ru

Кодянов И.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

kodyanovia@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Погорелко Е.А., ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

pogorelko@bmstu.ru

В рамках образовательного процесса по дисциплинам, связанным с технической защитой информации, радиотехникой, схемотехникой, техническими каналами утечки информации, а также дисциплинами, близкими к ним по профилю, для более качественного усвоения материала студентами необходимо проведение практических работ с радиоизмерительными приборами (анализаторами спектра, осциллографами, генераторами) [1]. Однако при проведении таких работ учебные заведения могут столкнуться с рядом проблем, в числе которых: возможность введения дистанционной формы обучения, ограниченное количество студентов, одновременно работающих на лабораторном стенде, а также ограниченный временной ресурс преподавателей и студентов.

Для решения вышеописанных проблем была поставлена задача разработать программный комплекс удаленного управления радиоизмерительным оборудованием, который сочетал бы в себе многопользовательское взаимодействие с приборами через сеть Интернет для возможности выполнения лабораторных работ неограниченной аудиторией из любого удобного места и возможность объединения различного радиоизмерительного оборудования в рамках одного лабораторного стенда. Поскольку различные модели приборов одного типа, например анализаторов спектра, могут иметь различное расположение кнопок, управляющих функционалом, то с целью более быстрой

адаптации студентов к интерфейсам новых приборов необходимо также комбинировать органы управления приборами в один унифицированный интерфейс.

Глобально при разработке программного комплекса решались две подзадачи: передача изображения с экрана радиоизмерительного оборудования пользователю и программное управление нажатием кнопок на оборудовании.

Развернутый на приборе VNC-сервер [2] передает изображение с экрана прибора, после чего трафик этой передачи конвертируется на сервере в WebSocket-трафик, что позволяет нам в дальнейшем производить отрисовку изображения экрана прибора непосредственно в браузере. Управление нажатием кнопок оборудования реализовано посредством отправки соответствующих запросов на PHP-сервер, развернутый на приборе. Он играет роль своеобразного интерфейса взаимодействия программного обеспечения прибора с его аппаратной частью.

Разработанный пользовательский интерфейс программного комплекса обеспечивает бесшовную одновременную работу с интерфейсами нескольких приборов в одной вкладке браузера, а также предоставляет унифицированный интерфейс управления нажатиями кнопок приборов различных моделей.

Хотя разработанный программный комплекс решил поставленные перед ним задачи, нужно отметить, что качество и скорость передачи изображения, обработки нажатия кнопок сильно зависят от количества узлов в сети между пользователем и лабораторным стендом, а также от пропускной способности сети.

Для расширения возможностей программного комплекса по подключению к нему новых радиоизмерительных приборов планируется создание системы удаленного управления приборами, не имеющими VNC, автоматизация процесса поиска новых приборов в локальной сети, а также внедрение системы автоматической адаптации новых приборов под унифицированный интерфейс. Для недопущения нанесения вреда дорогостоящим приборам будет обеспечено разграничение доступа к различным его функциям для студентов и преподавателей, а для повышения гибкости программного управления приборами планируется интегрировать инструмент управления посредством SCP-команд.

#### Список литературы

1. Погорелко Е.А., Воронин С.М., Совертека З.К. Определение требований к системе удаленного управления контрольно-измерительными приборами для проведения лабораторных работ, и разработка концепции такой системы // Инновации. Наука. Образование. 2022. № 49. С. 1447-1454.
2. Ричардсон Т., Левин Дж. Протокол RFB: пер. с англ. URL: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc6143> (Дата обращения 10.04.2023).

**УДК 004.056.53**

## **АНАЛИЗ ПРИЧИН ПОЯВЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ТРУДНООБНАРУЖИМЫХ УЯЗВИМОСТЕЙ ПРОГРАММ НА ЯЗЫКЕ C++**

Быханова Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

byukhanovaea@student.bmstu.ru

Глухов К.А, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

gka21u0020@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Погорелко Е.А., ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

pogorelko@bmstu.ru

На сегодняшний день разработчики программного обеспечения (ПО) сталкиваются со все более разнообразными и сложными угрозами безопасности информации, что требует перестройки процессов разработки ПО, перехода к жизненному циклу безопасной разработки ПО (SDL).

Задачей SDL является не устранение возможных уязвимостей в готовом ПО, а минимизация вероятности их возникновения за счет обнаружения и исправления некачественно написанных участков кода на этапе разработки ПО различными методами. В частности, одним из таких методов является применение статического анализа, заключающегося в обнаружении ошибок в исходном коде ПО за счет проверки реализации их шаблонов.

Одним из самых продвинутых инструментов статического анализа является Svace – статический анализатор, разрабатываемый Институтом системного программирования им. В.П. Иванникова Российской академии наук (ИСП РАН), который позволяет обнаружить более 50 классов критических ошибок в исходном коде, поддерживает языки C, C++, C#, Java, Kotlin и Go. Svace осуществляет поиск дефектов различных типов, включая ошибки разыменования нулевого указателя, переполнение буфера, использование неинициализированных переменных, утечки памяти, двойные блокировки, наличие недостижимого кода, несогласованность конструкторов и деструкторов, ошибки деления на ноль, возвращение адреса локальных переменных, использование объектов после удаления. Просмотр предупреждений об ошибках осуществляется посредством web-интерфейса Svaceг.

В работе на примере нескольких распространенных пакетов ПО с открытым исходным кодом была продемонстрирована возможность выявления с помощью Svace вероятных труднообнаружимых уязвимостей программ на языках C и C++, а также проведены их верификация и анализ причин их появления, результаты которого приведены далее:

1. Ошибка небезопасного копирования строки. В блоке кода создавались три переменные: ресурсная строка (`const char* source`), её размер (`size_t size`) и целевой буфер (`void* buffer`). Для копирования строки из ресурсной строки в целевой буфер использовалась функция `memcpy`, которая принимает три параметра: целевой буфер, ресурсную строку и размер копируемых данных. Ошибка возникала в результате возможной передачи некорректного третьего параметра: размер ресурсной строки определяется функцией, возвращающей длину заданной байтовой строки, которая не

учитывает терминирующий ноль в конце строки. Таким образом, при вызове функции `memset` в буфер копировалось значение строки `source` без учета терминирующего нуля, что приводило к заполнению переменной `buffer` посторонними значениями.

2. Ошибка переполнения переменной (`size_t overflow`) при увеличении переменной в цикле `n` раз за счет того, что на значение числа `n` косвенно, через передачу параметров из другого модуля, влияет пользователь, а проверка на тип переменной и ее значение отсутствуют.

3. Ошибка обращения к переменной после ее удаления. Наглядный пример того, как обращение к одному оператору может стать причиной ошибочной работы целой длинной трассы выполнения кода. Один из путей выполнения программы содержал код очищения переменной `dst1` - `free(dst1)`. Далее в программе происходило обращение к этой переменной, что, приводило к некорректной работе ПО. Обращение к переменной происходило при возвращении результата работы длинной цепочки функций, вызывающих друг друга.

4. Ошибка порчи целочисленного цикла, в котором счетчик цикла неконтролируемо увеличивался на значение, задаваемое пользователем. В следствие чего, также могло произойти переполнение переменной и присвоение ей значения, равного остатку от деления суммы предыдущего значения счетчика и инкремента, задаваемого пользователем, на максимальный размер типа переменной счетчика. Данное событие могло привести к созданию так называемой бесконечной петли.

5. Ошибка разыменования нулевого указателя представляет собой дефект, при котором программа обращается по некорректному указателю к участку памяти. Такое обращение приводит в большинстве случаев к аварийному завершению программы. В рассмотренном случае один из путей выполнения программы вел к присвоению указателю значения `NULL`. Далее происходило сравнение значения указателя с некоторыми конкретными значениями среди которых не было значения `NULL`. Таким образом, случай равенства нулю никак не обрабатывался, и наравне со всеми допустимыми значениями нулевой указатель разыменовывался, что приводило к некорректной работе функции сравнения строк `memset`.

Подводя итог работе, отметим, что в современном мире разработчикам рекомендуется перестроить процессы жизненного цикла продуктов, перейти к культуре разработки, не допускающей возникновения уязвимостей и недекларированных возможностей в программном обеспечении.

#### Список литературы

1. ИСП РАН. Статический анализатор Svace. URL: <https://www.ispras.ru/technologies/svace/> (Дата обращения 11.04.2023).
2. Бородин А.Е., Белеванцев А.А. Статический анализатор Svace как коллекция анализаторов разных уровней сложности. // Труды ИСП РАН. 2015. Т. 27, В. 6, С. 111-134.

**УДК 004**

## **ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

Евдокимова А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

evdokimovaaa@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Зеленцова Е.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Анализ киберугроз, проведенный в 2022 году, показал, что совокупное число инцидентов выросло на 21% по сравнению с 2021 годом. Основными тенденциями обозначены такие как рост инцидентов, связанных с веб-ресурсами, выявление вайперов, увеличение межотраслевых последствий атак на компании сферы информационных технологий.

Всего за 2022 год выявлено 403 атаки, что на 25% больше, чем за 2021 год. Среди организаций кибератакам чаще всего становились государственные организации (17%), медицинские учреждения (9%) и сектор промышленности (9%). В основном с целью нанесения вреда были применены программное обеспечение (54%), социальная инженерия (43%), также эксплуатация уязвимостей (34%) [1].

Рассмотрим наиболее популярные типы уязвимостей. Большая часть предпринимаемых атак – это атаки типа «отказ в обслуживании» или DDoS. На второй позиции - OS Commanding. Это веб-уязвимость, дающая возможность выполнять произвольные команды операционной системы на сервере, где выполняется приложение. Реализуя атаку обхода пути (или Path Traversal), злоумышленники способны получить несанкционированный доступ к различным данным системы. Уязвимость исполнения локальных файлов (Local File Inclusion) дает возможность через браузер запускать локальные файлы на сервере. При внедрении SQL-кода уязвимость образовывается из-за недостаточной проверки вводимых пользователем команд, что позволяет модифицировать запросы к базам данных. Межсайтовый скриптинг дает возможность внедрить на страницу код, не предусмотренный изначально разработчиками [2].

В 2023 году выделен ряд трендов, направленных на усиление защиты персональных данных в государственных организациях. Так как основная доля последствий всех атак в течение года - это утечки конфиденциальной информации, усилено внимание к защите личной информации со стороны государства, с 1 сентября 2022 года вступили в силу новые требования Федерального закона № 152. Данный закон требует от компаний в течение суток уведомлять ФСБ РФ и Роскомнадзор о случившихся утечках персональных данных. Отмечается нехватка кадрового ресурса, что станет драйвером сервисной модели и автоматизации в информационной безопасности. Будет происходить внедрение технологий с высокой автоматизацией противодействия киберугрозам. Продолжится переход технологий на отечественные аналоги. В 2023 году подлежат замене первоочередные решения в области ИБ: межсетевые экраны следующего поколения (NGFW), системы мониторинга событий ИБ (SIEM), системы мониторинга сетевых аномалий и атак (NDR), системы защиты оконечных устройств (XDR), межсетевые экраны для веб-приложений (WAF), сканеры безопасности, различные средства идентификации и аутентификации, системы предотвращения вторжений. Будет развиваться так называемая результативная кибербезопасность, когда вопросы цифровой

устойчивости государственных организаций рассматриваются и реализуются везде и на одинаковом уровне, а не выборочно [3].

Приказ ФСБ РФ от 24.10.2022 г. № 524 представил четкие требования к защите информации, обрабатываемой в государственных информационных системах (ГИС). Проект приказа ФСБ РФ «Об утверждении Порядка осуществления мониторинга защищенности информационных ресурсов, принадлежащих федеральным органам исполнительной власти, высшим исполнительным органам государственной власти субъектов РФ, государственным фондам, государственным корпорациям, другим организациям, созданным на основании федеральных законов, стратегическим предприятиям, стратегическим акционерным обществам и системообразующим организациям российской экономики, юридическим лицам, являющимся субъектами критической информационной инфраструктуры Российской Федерации либо используемых ими», предписывает осуществление мониторинга защищенности Центром защиты информации и специальной связи ФСБ РФ и территориальными органами безопасности. К информационным ресурсам, подпадающим под мониторинг, относятся:

- информационные системы (включая сайты в сети «Интернет»);
- информационно-телекоммуникационные сети;
- автоматизированные системы управления.

Таким образом, нормативно-правовое регулирование и масштабное технологическое обновление, сопряженные с мониторингом данных процессов, позволят усилить вопросы защиты информации в ГИС и снизить негативное влияние кибератак на критическую информационную инфраструктуру в Российской Федерации.

#### Список литературы

1. Общее число кибератак увеличилось за год на 21%. URL: <https://www.tadviser.ru/> (Дата обращения 12.04.2023).
2. Отчет об атаках на онлайн-ресурсы российских компаний. URL: <https://rt-solar.ru/> (Дата обращения 12.04.2023).
3. Технологические тренды в ИБ и факторы, которые будут формировать тенденции в 2023 году. URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/> (Дата обращения 12.04.2023)

#### УДК 004.056.53

#### **АНАЛИЗ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КРИТЕРИЕВ ЗАЩИЩЕННОСТИ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ КАНАЛАМ**

Недомолкина Е.Ю., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

[nedomolkinaeyu@student.bmstu.ru](mailto:nedomolkinaeyu@student.bmstu.ru)

Петрова Д.Э., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

[bardaevadea@student.bmstu.ru](mailto:bardaevadea@student.bmstu.ru)

Научный руководитель: Кузнецов А.М., ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

[almkuznetsov@bmstu.ru](mailto:almkuznetsov@bmstu.ru)

Целью работы является проведение анализа универсальных параметров, используемых при формировании критериев защищенности информации от утечки по техническим каналам.

Для достижения данной цели были решены следующие задачи:

1. Выявление универсальных параметров.
2. Определение области применения каждого универсального параметра.
3. Определение области применения концепции универсальных параметров.

Под техническим каналом утечки информации (ТКУИ) понимают совокупность объекта разведки, технического средства разведки (ТСР), с помощью которого добывается информация об этом объекте, и физической среды, в которой распространяется информационный сигнал [1].

В ходе работы проанализированы 19 ТКУИ [1-3] и выявлены следующие универсальные параметры: зона ЭМИ; предельное допустимое значение отношения величины изменения тока к средней величине потребления тока; предельно допустимое значение отношения мощностей информативного сигнала и нормированной помехи; словесная разборчивость речи.

*Зона ЭМИ.* Является основной характеристикой для технических каналов утечки информации, связанных с электромагнитными излучениями. Представляет собой расстояние между техническим средством и антенной аппаратуры перехвата, за пределами которой невозможен эффективный прием вследствие естественного снижения уровня излучаемого сигнала.

*Предельное допустимое значение отношения величины изменения тока к средней величине потребления тока.* Является основной характеристикой для канала неравномерного потребления тока. Эффективный прием информации по данному техническому каналу невозможен при условии, что указанное отношение не превышает предельного значения.

*Предельно допустимое значение отношения мощностей информативного сигнала и нормированной помехи.* Является основной характеристикой для каналов отходящих коммуникаций. Эффективный прием информации по данному техническому каналу невозможен при условии, что указанное отношение не превышает предельного значения.

*Словесная разборчивость речи.* Является основной характеристикой каналов утечки акустической речевой информации. Представляет собой относительное количество (в процентах) правильно понятых человеком слов, перехваченных (зарегистрированных) средством разведки.

Области применения универсальных критериев защищенности:

1. Проектирование систем защиты информации.
2. Проведении специальных исследований технических средств и систем.
3. Создание средств защиты информации.

Представляется, что применение универсальных параметров, используемых при формировании критериев защищенности информации от утечки по техническим каналам, позволит решить следующие задачи в области технической защиты информации:

1. Одновременный анализ групп ТКУИ.
2. Сокращение времени и затрат на специальные исследования технических средств.
3. Повышение прозрачности при задании требований к созданию средств защиты информации.

## Список литературы

1. Хорев А.А. Техническая защита информации: учеб. пособие для студентов вузов. В. 3. Т. 1. Технические каналы утечки информации. М.: НПЦ Аналитика. 2008. 436 с.
2. Бузов Г.А., Калинин С.В., Кондратьев А.В. Защита от утечки информации по техническим каналам. 2005. URL: <https://studizba.com/files/tehnicheskie-sredstva-zaschity-informacii-tszl/book/210552-buzov-g.a.-kalinin-s.v.-kondratev-a.v.-z.html> (Дата обращения 11.04.2023)
3. Бузов Г.А. Практическое руководство по выявлению специальных технических средств несанкционированного получения информации. М.: Горячая линия – Телеком, 2010. 240 с.

**УДК 004.421.2****ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВЕДЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

Слепых А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

[slepyukhaa@student.bmstu.ru](mailto:slepyukhaa@student.bmstu.ru)

Черный С.О., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

[chernyyuso@student.bmstu.ru](mailto:chernyyuso@student.bmstu.ru)

Научный руководитель: Ганчев А.Ю., ст. преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

На сегодняшний день в Российской Федерации существует достаточно малое количество технических средств целиком и полностью созданных на отечественной компонентной базе, практически повсеместно используются технические средства иностранного производства, либо имеющие в составе комплектующие зарубежных производителей.

Требования законодательства Российской Федерации обязывают проводить поиск и выявление электронных устройств негласного получения информации, внедренных в технические средства, то есть проводить специальные проверки технических средств.

В ходе работы был разработан программный комплекс для анализа результатов проведения рентгеновского контроля (в ходе проведения специальных проверок) технических средств.

Специальную проверку технических средств можно разделить на следующие этапы:

1. первичный анализ входных данных (документы на технические средства);
2. проверка работоспособности технических средств (фотографирование технических средств в рабочих состояниях);
3. анализ технических каналов утечки информации;
4. разборка технических средств до плат с фотофиксацией процесса и отдельных узлов;
5. рентгеновский контроль отдельных узлов;
6. сравнение полученных снимков с эталонами (фото-фото, рентген-рентген);
7. маркировка каждого узла;



8. сборка и проверка работоспособности технических средств после проверки;
9. подготовка отчетной документации.

Данные этапы реализуются вручную специалистами по проведению специальных проверок технических средств, однако есть процессы такие как: рентгеновский контроль, сравнение полученных снимков с эталонами и подготовка отчетной документации, которые можно автоматизировать, тем самым ускорить проведение специальных проверок технических средств.

Физика процесса рентгеновского контроля заключается в следующем: рентгеновское излучение представляет собой электромагнитное излучение, состоящее из фотонов. Для целей контроля используют «тормозное» излучение, возникающее в рентгеновской трубке при ударе о мишень свободных электронов. Рентгеновские методы контроля базируются на регистрации тормозного излучения, которое, испытывая в зависимости от плотности материалов различное ослабление, несет информацию о внутреннем строении, т. е. образует рентгеновское изображение объекта, которое затем преобразуется в оптическое [1].

После получения изображения его необходимо сравнить с эталоном (изображение отдельного узла, в котором нет электронных устройств негласного получения информации). Данный процесс обычно происходит вручную: специалист изучает два изображения, находит различия между ними и фиксирует результаты в отчетной документации.

В настоящей работе реализована автоматизация процессов поиска необходимого эталона из банка эталонов на основании входных данных, выравнивания и наложения двух изображений с последующим «попиксельным» вычитанием одного изображения из другого, чтобы акцентировать внимание специалиста на возможных различиях.

Программный комплекс написан на языке программирования высокого уровня «Python» версии 3.11 [2] с использованием библиотеки с алгоритмом компьютерного зрения с открытым исходным кодом OpenCV [3], позволяющей реализовать поиск ключевых особенностей между двумя изображениями: чем их больше, тем более схожими являются изображения.

Используя методы проективной геометрии на основе полученных ключевых особенностей, происходит наложение одного изображения на другое с последующим вычитанием. У специалиста есть возможность настройки яркости и контраста результирующего изображения для достижения лучшего качества.

#### Список литературы

1. Бузов Г.А. Защита информации ограниченного доступа от утечки по техническим каналам. М.: Горячая линия – Телеком, 2015. 586 с.
2. Документация Python 3.11.3. URL: <https://docs.python.org/3/> (Дата обращения 16.03.2023)
3. Документация OpenCV 4.7.0. URL: <https://docs.opencv.org/4.7.0/> (Дата обращения 16.03.2023)

## **СЕКЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ»**

**УДК 629.783**

### **ПРОЕКТ ПЕРСПЕКТИВНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯМИ РКТ**

Андреев Р.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Приборостроительный»

romaasus@gmail.com

Муртазин И.Н., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Приборостроительный»

Igor.m.2000@mail.ru

Огольцев Н.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Приборостроительный»

ogoltsev050601@yandex.ru

Успенский А.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Приборостроительный»

burunsij@bk.ru

В настоящее время для обеспечения информационного обмена и управления различными изделиями ракетно-космической техники (РКТ), такими как автоматические космические аппараты (КА), космические станции, разгонные блоки т.д. в нашей стране в основном применяются наземные станции управления и приема информации. Данная система управления является надежной и эффективной, но не может обеспечить возможность непрерывного управления и приема (передачи) информации от объектов РКТ на всем протяжении полета. С ростом количества отечественных космических аппаратов необходимость в глобальной и непрерывной системе управления только возрастает.

Для решения данной задачи предлагается создать отечественную космическую систему управления и передачи информации. Для осуществления глобального охвата всей поверхности Земли предлагается вывести космические аппараты на различные орбиты: Геостационарную и на модификацию орбиты типа «Тундра» (для обеспечения задач по обслуживанию территории России) [1]. В перспективе планируется выведение большого количества отечественных космических аппаратов социально-экономического назначения непосредственно на полярные орбиты (КА Скиф и в целом программа «Сфера») а также Национальной орбитальной космической станции. В интересах обеспечения управления и передачи информации от КА данных типов и предлагается развернуть систему ретрансляции на полярных орбитах [2].

Общая концепция предложенной системы подразумевает запуск по меньшей мере 6 КА на орбиту типа «Тундра» адаптированную для обслуживания территории России и 4 космических аппаратов на Геостационарную орбиту. Аппараты, выводимые на оба типа орбит, будут иметь высокую степень унификации и, в зависимости от типа орбиты, различаться в основном запасом топлива и составом целевой аппаратуры. Для обеспечения глобального охвата поверхности Земли и повышения скорости обмена информацией внутри системы, планируется объединение всех космических аппаратов в единую информационную сеть посредством высокоскоростных каналов связи (не только в рамках одной орбиты, но и между разными орбитами). Такой тип взаимодействия между аппаратами позволит не только значительно ускорить передачу информации от абонента к

потребителям, но и позволит значительно упростить и оптимизировать процесс управления самими аппаратами в составе группировки.

Выведение космических аппаратов данного типа планируется осуществлять на ракетах-носителях типа «Союз-5» и «Ангара-А5В». Энергетические показатели данных ракет-носителей (РН) обеспечат запуск предложенных КА на оба типа предполагаемых орбит. Характеристики и габариты отсека полезной нагрузки РН «Ангара-А5В» позволят осуществить запуск до двух аппаратов данного типа на одной РН.

Концепция космического аппарата «Апогей» для выполнения вышеизложенных задач: данный космический аппарат должен обладать массой не более 2500 килограмм и габаритами не более пяти метров в длину и четырех в ширину (с учетом сложенных солнечных панелей). В конструкции КА «Апогей» планируется применение исключительно российских комплектующих и материалов. Срок активного существования данного аппарата должен превышать 15 лет за счет реализации концепции обслуживания в течении орбитального полета изделия и многократного резервирования основных составных частей аппарата.

Ключевые отличительные особенности КА «Апогей»:

- 1) Высокая мощность бортовой сети электропитания.
- 2) Двигательная установка (ДУ) на основе плазменных и ионных двигателей.
- 3) Высокая степень автономности КА от земных станций управления.
- 4) Применение концепции орбитального обслуживания.
- 5) Оснащение широким диапазоном средств приема и передачи информации.

#### Список литературы

1. Модификация орбиты "Тундра" для обслуживания территории России и анализ ее устойчивости // Технологии и средства радиосвязи. URL: <http://lib.tssonline.ru/articles2/sputnik/modifikatsiya-orbity-tundra-dlya-obsluzhivaniya-territorii-rossii-i-analiz-ee-ustoychivosti> (Дата обращения 10.02.2023).
2. Тестоедов Н.А., Косенко В.Е., Выгонский Ю.Г., Кузовников А.В., Мухин В.А., Чеботарев В.Е., Сомов В.Г. Космические системы ретрансляции. М.: Радиотехника, 2017. 448 с.
3. Optical Payload for Lasercomm Science (OPALS). 12.06.17. URL: [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/experiments/861.htm](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/861.htm) (Дата обращения 10.02.2023).

#### УДК 62-503.55

### ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА НАВИГАЦИИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТОВ ДВИЖЕНИЯ

Белан Н.В, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Приборостроительный»

[belannv@yandex.ru](mailto:belannv@yandex.ru)

Логунов Н.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Приборостроительный»

[nike20\\_01@mail.ru](mailto:nike20_01@mail.ru)

Полетаев П.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Приборостроительный»

[polet4effp@yandex.ru](mailto:polet4effp@yandex.ru)

Научный руководитель: Пазычев Д.Б., главный конструктор

ООО «Интеграл»

Инерциальная навигация основывается на измерении ускорений движущегося

объекта и его угловых скоростей относительно трёх осей, из этих данных определяются координаты движущегося объекта, его скорость и углы ориентации: тангаж, крен, курс [1].

Инерциальные системы навигации делятся на системы платформенного и бесплатформенного типа. Различие в системах заключается в методе пересчета ускорений из системы координат, связанной с телом, в географический трехгранник. В системах платформенного типа определение взаимного расположения двух систем координат происходит благодаря наличию гиросtabilизированной платформы, в бесплатформенной же системе ведется постоянный пересчет матрицы направляющих косинусов, которая нужна для перехода от связанной системы координат к географическому трехграннику.

Основным преимуществом инерциальных систем навигации является полная автономность от внешних источников данных, однако имеется недостаток – ошибки накапливаются с течением времени, которые в основном связаны с наличием случайных погрешностей датчиков.

В условиях отсутствия спутниковой навигации основную задачу навигации – определение координат движущегося объекта – решает инерциальная система навигации [2].

Для уменьшения погрешностей инерциальной системы навигации применяются коррекции от различных внешних систем, установленных на объекте, в частности системы спутниковой навигации. При исчезновении сигнала от систем коррекции инерциальная система переходит на полностью автономный режим работы, позволяющий работать некоторое время с точностью, которая в основном определяется точностью установленных чувствительных элементов: датчиков угловой скорости и акселерометров. Для уменьшения погрешностей инерциальные системы навигации проходят процедуру калибровки и выставки, что позволяет системе накапливать ошибку с меньшей скоростью.

В работе представлен алгоритм работы бесплатформенной инерциальной системы навигации, написанный на высокоуровневом языке программирования с динамической типизацией Python. Для анализа использовались данные систем грубого класса точности с полета самолета Ikarus C42, среднего класса точности с полета самолета ТУ-154 и высокого класса точности, установленной на Kia Sportage. Данные, полученные в результате работы алгоритма, сравниваются с данными, полученными с условно идеальной системой инерциальной навигации, использующей коррекцию от внешних систем. В результате сравнения полученных данных можно увидеть гармонические колебания в значениях скоростей, которые имеют период 84,4 минуты, называемый периодом Шулера. Ошибки в определении углов ориентации связаны с ошибками в измерении скорости и дрейфом установленных датчиков угловой скорости.

Для совершенствования алгоритма в дальнейшем будут введены коррекции от внешних систем. Для обеспечения правильности коррекции необходимо ввести критерии доверия, которые определяют корректность получаемых данных от внешней системы.

#### Список литературы

1. Salychev O. Applied Inertial Navigation: Problems and Solutions. Moscow, Russia: BMSTU Press, 2004. 303 с.
2. Бромберг П.В. Теория инерциальных систем навигации. М.: Наука, 1979. 291с.

**УДК 669**

## **ПРОВОЛОЧНЫЕ И ПОРОШКОВЫЕ АДДИТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ**

Бобровник В.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Приборостроительный»

bv3333@yandex.ru

Григорьев Е.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Приборостроительный»

s1dneyof@yandex.ru

Современная экономика характеризуется высокой межстрановой конкуренцией, сменой факторов экономического роста, экономических моделей и внедрением инновационных технологий, к которым по праву относятся и аддитивные технологии, или так называемая трехмерная печать.

Во многих отраслях промышленности активно внедряются аддитивные технологии, позволяющие повысить эффективность производства, увеличить производимый объем, снизить издержки, снизить количество отходов, снять конструкторские и технологические ограничения, снизить сроки производства, а также использовать альтернативные материалы [1].

Термин «аддитивные технологии» представляет собой процесс объединения материала с целью создания объекта из данных 3D-модели, в основном, с помощью 3D-принтера.

Переход к трехмерному объекту революционизирует производство. Остаются в прошлом такие промежуточные этапы, как создание пресс-форм или штампов, требующих гораздо больших времени и денег. Для этого рассмотрены самые распространенные аддитивные технологии производства, как: электродуговое выращивание (WAAM) и селективное лазерное сплавление (SLM) [2].

Сравнение показателей технологий аддитивного производства выглядит не совсем однозначно, поскольку технологии послойного порошкового аддитивного производства (лазер или электронный луч) обладают более широкими возможностями в плане сложности получаемых изделий, но низкой производительностью по сравнению с WAAM [3].

С экономической точки зрения электродуговое выращивание является конкурентом другим аддитивным технологиям, а также конкурентом традиционным технологиям. В докладе представлены данные о снижении стоимости при использовании электродугового выращивания на 20-79% по сравнению с технологиями, использующими лазерный и электронный лучи.

Аддитивные технологии успешно внедряются на предприятиях. Так, всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов изготовил малоразмерный газотурбинный двигатель полностью на базе аддитивного производства по технологии послойного лазерного сплавления с использованием металлопорошка. Компания «Русатом-аддитивные технологии» открыла первый центр аддитивных технологий. Это 3D-производство в России, основанное на отечественных технологиях и оборудовании. Основные задачи: производство 3D-принтеров и их компонентов, создание материалов и порошков для печати, разработка ПО, выполнение услуг и внедрение АТ в производство.

Учитывая все вышесказанное, аддитивные технологии с успехом могут применяться в оборонно-промышленном комплексе, автомобильном машиностроении, энергетическом машиностроении и судостроении, медицинской, нефтегазовой, энергетической, аэрокосмической, авиационной промышленности.

## Список литературы

1. Неустроев Д.В., Овчинников И.Г. Аддитивные технологии и их применение в промышленном и транспортном строительстве // Вестник Евразийской науки. 2021. №2. С. 1-3.
2. Зленко М.А., Попович А.А, Мутылина И.Н.. Аддитивные технологии в машиностроении. М.: Политехнический университет. 2013. 222 с.
3. Wikshåland S., Xu F., Kemakolam N., Shokrani A., Dhokia V., Newman S.T.. Cost Modelling and Sensitivity Analysis of Wire and Arc Additive Manufacturing // Procedia Manufacturing. 2017. V. 11. pp. 652-656.

**УДК 629.78****УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ МАЛЫХ СПУТНИКОВ – СПУТНИКОВАЯ СВЯЗЬ, ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Гришин Н.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Приборостроительный»

elenmorn@yandex.ru

Сабанчиева М.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Приборостроительный»

sabanchievamargarita@yandex.ru

Научный руководитель: Пазычев Д.Б., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Традиционно для решения задач спутниковой связи используются достаточно высокие орбиты, например, геостационарная орбита (ГСО) и ей подобные или высокоэллиптические орбиты (ВЭО), например, орбита «Молния». Однако, на текущий момент, с развитием технологий наземной передачи данных, а также потребностей потребителей связи к скорости передачи данных, стали востребованы низкие околоземные орбиты (НОО). При этом, если на ГСО достаточно 4 спутников для покрытия всей крупно населённой территории Земли, то на НОО необходимы созвездия в сотни и тысячи спутников для бесшовного покрытия.

Для охвата высокоскоростной широкополосной спутниковой связью городов с населением выше 100 тысяч, выбрано наклонение орбиты в  $250^{\circ}$  (город с самой высокой широтой – Норильск,  $69.3535^{\circ}$  с.ш.), перигей орбиты расположен на высоте в 320 км, апогей – 360 км. Сидерический период на такой орбите составит 1 час 31 минуту 23 секунды [1]. На параметры орбиты основное влияние оказывает остаточная атмосфера (что приводит к необходимости регулярно подавать импульс маршевым двигателем для сохранения высоты апогея) и неравномерность гравитационного поля Земли, что вызывает прецессию орбиты. С учетом вращения Земли и прецессии орбиты, сдвиг трассы спутника по долготе по экватору за 8 витков составляет  $183^{\circ}$ . Таким образом, расстояние по долготе между подспутниковыми точками по экватору составляет  $3^{\circ}$ . При этом нахлест полей обзора активных фазированных решеток, используемых для передачи как телеметрических, так и полезных данных, а также приема команд управления, так и полезных данных составляет  $1.45^{\circ}$ . Соответственно, допустимая ошибка ориентации по крену составляет  $0.1^{\circ}$ .

По каналу рыскания конструктивно обеспечивается устойчивость, для которой должно выполняться неравенство:

$$H + (C - B) \cdot \Omega_0 > 0 \quad (1)$$

$H$  – кинетический момент инерционных исполнительных органов (ИИО) в проекции на строительную ось тангажа,  $C$ ,  $B$  – моменты инерции КА по каналам тангажа и крена соответственно,  $\Omega_0$  – орбитальная угловая скорость [2]. Соответственно, момент инерции КА по каналу тангажа в любой момент времени должен быть выше момента инерции по каналу крена. Аналогично, обеспечивается устойчивость по каналу тангажа.

В целях повышения надежности, компоновка осуществляется по модульному принципу, а также соблюдается принцип резервирования. Внутри блоков применяется протокол Spacewire, между блоками – Spacefibre с использованием оптоволоконных линий для передачи данных. Таким образом удастся облегчить задачу соблюдения электромагнитной совместимости и помехозащищенности.

Для обеспечения бесшовного покрытия в зоне обзора созвездия КА, созвездие должно состоять из 1440 КА. С учетом количества иных космических объектов на НОО, требуется отдельная система управления созвездием. Предлагается выстроить её на базе искусственной нейронной сети, распределенной между КА созвездия. Для физической реализации предлагается применять отечественный нейропроцессор «Алтай».

По архитектуре предлагается генеративно-состязательная сеть глубокого обучения. На вход генеративной сети подается многомерный тензор параметров орбит КА созвездия, а также всех известных параметров орбит иных космических объектов в полосе высот 280км – 400 км. С помощью классификатора Кохонена данный тензор проецируется на плоскость, затем с помощью сверточной нейросети выделяются наиболее значимые признаки, многослойный перцептрон добавляет уровни абстракции и подводит к выходному слою, на котором выдаются предсказания новых параметров орбит, позволяющих избежать столкновений. Это параметры, в свою очередь, преобразуются в параметры трасс КА созвездия и, с добавлением граничных условий, поступают на состязательную сеть, которая на выходе выдает предсказания параметров орбит, наиболее полно удовлетворяющих граничным условиям и условию бесшовности покрытия. Данный процесс повторяется столько итераций, сколько необходимо для удовлетворения требований обеих сетей (то-есть условия избежания столкновений и граничным условиям), после чего формируются управляющие сигналы.

Таким образом, разработка подобной системы реальна с использованием отечественных приборов.

#### Список литературы

1. Никольский В.В. Проектирование сверхмалых космических аппаратов: учеб. пособие. СПб: Балт. гос. техн. ун-т, 2012. С. 21-27
2. Мельников В.Н. Управление ориентацией космического аппарата. М: Рукопись. 2011. С. 16-18

**УДК 629.7.05**  
**МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ**  
**ИНФОРМАЦИИ ЧЕТЫРЁХКАНАЛЬНОГО ГИРОСКОПИЧЕСКОГО**  
**ИЗМЕРИТЕЛЯ ВЕКТОРА УГЛОВОЙ СКОРОСТИ В СОСТАВЕ КА**

Никитин А.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Приборостроительный»

a.d.nikitin@russian.space

Научный руководитель: Волынцев А.А., начальник отдела

Филиал АО «ЦЭНКИ»-«НИИ ПМ им. академика В.И. Кузнецова»

a.a.volyntsev@russian.space

Научный консультант: Шустов И.Е., к.т.н, зам.нач. отделения

Филиал АО «ЦЭНКИ»-«НИИ ПМ им. академика В.И. Кузнецова»

i.shustov@russian.space

В работе представлены исходная и дополненная методики комплексного анализа функционирования систем гироскопического измерителя вектора угловой скорости (ГИВУС), эксплуатируемого в составе КА, учитывающие ограниченный объём и фактические особенности записи и передачи телеметрической информации (ТМИ). Методика сформулирована на примере четырехканального гироскопического измерителя вектора угловой скорости (ГИВУС) типа КИНД34-020.

ГИВУС КИНД34-020 является прецизионным ГИВУС на базе двухстепенных поплавковых гироблоков с газодинамической опорой ротора гироскопа и магнитным центрированием поплавка. В настоящий момент приборы данного типа широко применяются в составе группировок отечественных КА, нуждающихся в точной ориентации и стабилизации в инерциальном пространстве [1].

Исходная методика составлена, опираясь на ранее полученный практический опыт эксплуатации приборов ГИВУС типа КИНД34-020 и имеющийся научный задел по исследованию нештатных ситуаций, обусловленных замечаниями к работе одного или нескольких измерительных каналов (ИК), полученный в ходе исследований нештатных ситуаций [2].

Методика основана на раздельном и комплексном анализе минимального объёма получаемых данных (анализу подвергается ТМИ, имеющая непосредственное отношение к прибору, информация от сторонних систем и элементов КА не используется): выходная импульсная информация ИК прибора и показания внутреннего и внешнего термодатчиков. В рамках методики установлена очередность анализируемых параметров и критерии оценки, влияющие на путь дальнейшего анализа.

Согласно предлагаемой методике анализ ТМИ начинается с оценки температурных условий эксплуатации прибора и качества работы собственной системы термостатирования прибора на предмет соответствия установленным допускам и оценки влияния температурных условий на работу измерительных каналов прибора.

На втором этапе анализа ТМИ проводится непосредственный раздельный анализ выходной информации ИК (на предмет наличия типовых сбоев, ошибок типа «грубый промах» и пр.), а также комплексный анализ показаний ИК путём расчёта уравнения невязки, позволяющего количественно оценить совокупную погрешность работы прибора, как измерителя в целом. Однако, данная проверка не всегда позволяет количественно или качественно идентифицировать ИК, создающий наибольшую погрешность в измерениях прибора, в связи с чем предлагаются дополнительные методы оценки.

С целью упреждения возможных нештатных ситуаций, обусловленных нарушением чувствительности ИК к приращению угловой скорости положительного или



отрицательного знака, следующий этап анализа дополнен проверкой показаний ИК на соответствие закону нормального распределения. По результатам фактической эксплуатации приборов типа КИНД34-020 сформулированы количественные допуски для этой проверки, учитывающие наиболее распространенные особенности структуры ТМИ приборов ГИВУС, передаваемой с КА (такт, плотность записи и пр.). Данная проверка позволяет на ранней стадии выявить процессы деградации точностных параметров ИК и принять оперативные меры по её упреждению. [3]

С целью определения на качественном уровне ИК, вносящего наибольшую погрешность в работу прибора, как измерителя (без использования данных от внешнего измерителя – например, средств астрокоррекции), также предлагается проводить сравнение показаний четырёх измерительных базисов прибора (образованных показаниями четырёх уникальных троек ИК прибора). Оценка ТМИ по данному методу проводится потактово, в каждом такте проводится расчёт абсолютной величины входной угловой скорости, восстановленной по показаниям базиса, относительно среднего значения восстановленной входной угловой скорости, восстановленной по показаниям всех четырёх базисов. По сформированному массиву отклонений проводится анализ фактического распределения показаний и формируются рекомендации по выбору рабочей тройки ИК (по показаниям которой будет осуществляться управление ориентацией КА), состоящей из ИК с минимальными величинами шумовой составляющей и стабильности нулевого сигнала ИК.

Исходя из ограничений, обусловленных поставленными условиями (использование только показаний прибора, без использования данных сторонних измерителей) данная методика не позволяет однозначно количественно определить характер нештатной работы конкретного ИК прибора (вычислить величину превышения допусков на точностные параметры, установленных в документации). Однако, данный метод существенно сокращает количество этапов анализа и формирует конечные критерии для оперативного обнаружения ИК с нарушенной работоспособностью, что позволяет максимально оперативно формулировать рекомендации по дальнейшей эксплуатации прибора в составе КА.

#### Список литературы:

1. Бровкин А.Г., Бурдыгов Б.Г., Гордийко С.В. и др. Бортовые системы управления космическими аппаратами: учеб. пособие. / под редакцией А.С. Сырова. М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010. 304 с.
2. Волынцев А.А., Казаков Б.А., Шустов И.Е. Гироскопический измеритель вектора угловой скорости. Опыт исследования отказов в эксплуатации // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2015. №5. С. 136-151.
3. Волынцев А.А., Илюшин П.А., Шустов И.Е. Определение наличия зоны нечувствительности в измерительном канале гироскопического измерителя вектора угловой скорости космического аппарата // XLII Академические чтения по космонавтике. Сборник тезисов. 2018. 394 с.

УДК 629.7, 338.45

## **CALS-ТЕХНОЛОГИИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

Осико С.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

osikosm@yandex.ru

Научный руководитель: Власова Л.Г.,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Continuous Acquisition and Lifecycle Support (CALS) – это информационная технология управления процессами жизненного цикла продукции или системы, преимущественно для сложных (высокотехнологичных и наукоёмких) образцов техники [1]. Основной целью компаний при внедрении на производстве CALS-технологий является минимизация затрат, повышение качества и конкурентоспособности, легкое управление взаимодействием между техническими и производственными подразделениями [2]. А также повышение эффективности и конкурентоспособности предприятий.

Данный результат достигается благодаря весоному сокращению времени проектирования, разработки и производства продукции, подъему качества изделий и технической документации, а также обеспечению высокого уровня обслуживания и логистики. Повышение эффективности предприятий связано с преемственностью информации, хранением данных в электронном виде и возможностью быстрого доступа к необходимой информации. Помимо этого, снижается число ошибок и влияние человеческого фактора на производственные процессы, улучшается контроль за качеством продукции, что несравнимо важно для космической отрасли.

Информация об изделии на всех стадиях его жизненного цикла невозможно отследить без информационной системы. Так, CALS-программы исполняют задачи, связанные с созданием и поддержкой единой информационной среды для автоматизированных систем на промышленных предприятиях. Предприятия ракетно-космической промышленности (РКП) производят сложную наукоемкую продукцию с длительным жизненным циклом. Таким образом, данная отрасль крайне нуждается во внедрении технологий непрерывной информационной поддержки жизненного цикла изделий. В последние годы российские ракетно-космические предприятия уделяют значительное внимание методам и идеям CALS-технологий.

В современных условиях конкуренция на рынке космических технологий только усиливается. Россия, являясь одним из лидеров в данной отрасли, должна постоянно улучшать используемые на ракетно-космических предприятиях технологии и сокращать затраты на производство, чтобы сохранить свои позиции на мировом рынке. В этой связи широкое использование CALS-технологий на предприятиях космической отрасли России является актуальным вопросом.

Внедрение CALS-технологий на российских предприятиях ракетно-космической отрасли позволит повысить эффективность производства, снизить затраты на производство и значительно повысить качество продукции. Однако, предприятия сталкиваются с рядом препятствий, таких как необходимость получения лицензий на иностранное программное обеспечение (ПО), что становится затруднительным и даже невозможным в условиях санкций и ухода некоторых поставщиков ПО с российского рынка. Также есть определенные затруднения, связанные с ограниченным функционалом отечественного ПО и отсутствием аналогов иностранных программ.

В связи с этим необходимо разрабатывать и предлагать новые программно-технические решения, способные стать достойной заменой иностранным программным продуктам. Для достижения данной цели государство может выделить дополнительные средства на развитие отечественного ПО, а также для инвестирования компаний, которые занимались бы исследованиями и разработками в области программного обеспечения. Также необходимо внедрять исследовательские проекты в университетах, чтобы перспективные идеи могли превратиться в успешные стартапы.

Кроме того, правительство может принять ряд мер по поддержке предприятий, которые заинтересованы в использовании отечественного ПО, среди которых можно выделить льготные кредитные программы и налоговые стимулы. Наконец, важно прийти к осознанию, что переход на отечественное ПО зависит не только от действий правительства, но и от самих предприятий. В этой связи, необходимо осуществлять повышение квалификации сотрудников, чтобы они могли оперировать отечественным ПО. Продолжение работы в данном направлении будет способствовать развитию ракетно-космической отрасли в России, улучшит качество и надежность продукции, что повысит ее конкурентоспособность на мировом рынке.

#### Список литературы

1. Дмитриев В.И., Макаренко Ю.М. CALS-стандарты // Автоматизация проектирования. 1997. № 2-4. URL: <https://www.osp.ru/ap/1997/02/13031610> (дата обращения 11.04.2023)
2. Гарина Е.П., Лысенкова М.В. CALS-система как условие внедрения современных технологий в отечественную производственную практику в рамках тиражирования лучших мировых практик в данной области // «Вестник Мининского университета». 2014. № 4(8), С. 5.

**УДК 629.78**

### **УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ МАЛЫХ СПУТНИКОВ — СИСТЕМА НАВИГАЦИИ И ОРИЕНТАЦИИ**

Рябико А.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Приборостроительный»

[anton.giabiko@yandex.ru](mailto:anton.giabiko@yandex.ru)

Научный руководитель: Пазычев Д.Б., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Тремя основными задачами управления являются ориентация, стабилизация и навигация. На положение спутника в пространстве влияют: нецентральность гравитационного поля Земли, давление солнечного ветра, магнитное поле Земли, соударения с метеоритами, влияние третьих тел, воздействие космических лучей и движущиеся элементы конструкции спутника. Влияние возмущающих сил на положение спутника связи в пространстве зависит от поставленной задачи, параметров орбиты, времени полета и т.д. Современные бесплатформенные инерциальные системы (БИНС), построенные на основе лазерных гироскопов и волоконно-оптических гироскопов, в совокупности с другими средствами позволяют решать поставленные перед системой управления задачи. Они автономны исходя из принципа своего действия и обладают малым шумом измерений пространственной ориентации (менее 1 угл. с) [1]. Однако таким системам свойственна накапливающаяся по времени погрешность, которая может

достигать десятков угловых минут по крену и тангажу и единиц угловых минут по истинному курсу. Кроме погрешности определения ориентации в БИНС накапливается ошибка по определению местоположения. Для компенсации погрешности по определению местоположения совместно с БИНС используют спутниковую навигационную систему (СНС), а для коррекции ориентации – астродатчики (АД), солнечные датчики (СД) и датчики горизонта Земли. Использование платформы для малых спутников связи на низкой околоземной орбите (НОО) диктует определенные условия для построения системы управления и выбора режимов её работы.

Основным режимом является использование ГИВУС-а (Гироскопический измеритель вектора угловой скорости) с постоянной коррекцией от астродатчиков. Для решения задачи навигации вместо акселерометров в составе БИНС оптимально использовать СНС с наземными станциями [2]. Соответственно, имеем резервные режимы работы в случае временного выхода из строя каждой из систем. Например, автономный режим: при отсутствии сигнала о текущем угловом положении космического аппарата (КА) от астродатчиков ГИВУС обеспечивает автономную работу системы на определенном промежутке времени, предположительно требуемом для восстановления работоспособности КА. Также в случае, если для ГИВУС-а превышена максимальная входная угловая скорость (например, при начальной ориентации КА при выводе его на орбиту), необходимо задействовать системы с меньшей точностью и большим диапазоном измерений, например, ГИВУС на микромеханических гироскопах. Т.е. первичная стабилизация осуществляется с помощью контура отрицательной обратной, где на элементы системы стабилизации подается управляющий сигнал, осуществляющий гашение угловой скорости КА.

К системам стабилизации малых спутников и их компоновке предъявляются особые требования в связи с ограниченными размерами спутника и весьма жесткими ограничениями по энергетике и вычислительным ресурсам. Если к точности ориентации спутников не предъявляются высоких требований, то можно и целесообразно использовать магнитные системы. Их принцип действия основывается на взаимодействии собственного магнитного момента КА с внешним геомагнитным полем, в результате которого возникает управляющий механический момент. Магнитный момент может быть реализован пассивно с помощью постоянных магнитов и гистерезисных стержней или активно с помощью токовых катушек с намагничиваемым сердечником или без него [3]. Данные системы отличаются простотой, надежностью и дешевизной, имеют сравнительно малую массу и не требуют топлива. Однако ряд недостатков ограничивает их применение: невысокая точность и малые управляющие силы заставляют задуматься об использовании маховиков в качестве основного элемента системы стабилизации и изменения углового положения. Преимуществами маховиков являются их высокая точность и быстродействие. Основным недостатком, в случае рассмотрения малых космических аппаратов, является цена. Решать проблему насыщения маховиков предлагается с помощью вышеупомянутых магнитных катушки. При приближении скорости вращения маховика к предельной необходимо его затормозить, создавая при этом момент, компенсирующий возникающий при его торможении. Такая конфигурация успешно используется во множестве отечественных и зарубежных космических аппаратов.

На настоящий момент, список отечественных компаний, работающих в космической отрасли и производящих вышеуказанные приборы, достаточно большой, что говорит о широких возможностях в отношении реализации системы управления универсальной платформой для малых спутников.

## Список литературы

1. Бровкин А.Г., Бурдыгов Б.Г., Гордийко С.В. и др. Бортовые системы управления космическими аппаратами: учебное пособие / под ред. А.С. Сырова. М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010. 304 с.
2. Четвертая Всероссийская научно-техническая конференция «Современные проблемы ориентации и навигации космических аппаратов» (Таруса, 8-11 сентября 2014 г): сборник трудов / под ред. Г.А. Аванесова. Таруса: ИКИ РАН. 2015. 359 с.
3. Васильев В.Н. Системы ориентации космических аппаратов. М.: ФГУП «НПП ВНИИЭМ», 2009. 310 с.

## РАЗДЕЛ КАЛУЖСКОГО ФИЛИАЛА МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА

УДК 621.317

### РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПАРАТОРА

Борисов Е.О., студент

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и управление»

borisoff.egor-borisoff@yandex.ru

Научный руководитель: Андреев Д.В., к.т.н., доцент

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и управление»

dmitrii\_andreev@bmstu.ru

Компараторы предназначены для работы в конфигурации с разомкнутым контуром без какой-либо отрицательной обратной связи. В большинстве случаев они не получают внутренней компенсации. Скорость (задержка распространения) и скорость нарастания (время нарастания и спада) максимизируются [1].

Микросхема МК8611 является широкополосным компаратором напряжения.

Устройство для измерения динамических характеристик компаратора

Для измерения динамических характеристик компаратора была разработана печатная плата.

При трассировке платы были учтены особенности, характерные для высокоскоростных компараторов:

- низкоомное подключение земель;
- аналоговая и цифровая земли соединяются в одной точке (без петель);
- развязывающие керамические конденсаторы расположены максимально близко к корпусу микросхемы.

#### Результаты измерений

На один из входов компаратора подается постоянный уровень 1 В. На другой вход компаратора подаются сигналы различной формы и амплитуды с постоянной составляющей 1 В.

При первом измерении положительный выход компаратора подключен через коаксиальный кабель непосредственно к осциллографу. Такой способ подключения позволяет устранить наводки, возникающие на щупах осциллографа, и подходит лишь для демонстрации «скоростных возможностей» компаратора [2].

Для измерения временных задержек были созданы условия как у аналога, а именно, амплитуда входного сигнала 200 мВ.

При проведении следующего измерения были представлены формы входного и выходного сигналов. При подключении осциллографического щупа к красному каналу (вместо коаксиального кабеля) приводит к большим наводкам на желтом щупе. Отсюда и возникает нестабильность в работе компаратора, обусловленная наличием измерительного оборудования [3].

#### Список литературы

1. Andreev D.V., Maslovsky V.M., Andreev V.V., Stolyarov A.A. Modified Ramped Current Stress Technique for Monitoring Thin Dielectrics Reliability and Charge Degradation // Phys. Status Solidi A. 2022. V. 219. I. 9. pp. 2100400(1-5). DOI: <https://doi.org/10.1002/pssa.202100400>

2. Bondarenko G.G., Andreev V.V., Loskutov S.A., Stolyarov A.A. The method of the MIS structure interface analysis // Surface and Interface Analysis. 1999. V. 28. pp.142-145. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9918\(199908\)28:1<142::AID-SIA593>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9918(199908)28:1<142::AID-SIA593>3.0.CO;2-1)
3. Зюко А.Г. , Кловский Д.Д., Назаров М.В., Финк Л.М. Теория передачи сигналов. М: Радио и связь, 2011. 368 с.

### УДК 621.9

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ КРЕПЛЕНИЯ МНОГОГРАННЫХ НЕПЕРЕТАЧИВАЕМЫХ ПЛАСТИН НА ПРОЦЕСС ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Борисов С.А., студент

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Машиностроительный»

Borisov123467@yandex.ru

Научный руководитель: Калмыков В.В., ст. преподаватель

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Машиностроительный»

Многогранные неперетачиваемые пластины широко применяются в машиностроении. Основные причины использования – повышение производительности, связанное с отсутствием необходимости снятия инструмента и дальнейшей его переточки. На сегодняшний день предлагаются новые решения, совершенствующие конструкцию режущего инструмента и снижающие затраты на производство деталей машин.

Механический способ крепления сменных пластин является наиболее целесообразным и чаще всего используется в конструкциях торцовых фрез. Основное влияние на точность и качество обрабатываемой поверхности оказывает возможное радиальное биение режущих кромок, возникающее из-за неточности изготовления пластин и поверхностей инструмента для их установки. Применение вкладышей и регулировки их осевого перемещения с помощью винта и клина позволяет уменьшить значение биения до 0,05...0,10 мм [1], упростить замену пластин, предохранить корпус фрезы от повреждения. Авторы [2] указывают на возможность использования пластин с демпфирующим элементом, работающим при переменных силах резания и уменьшающим автоколебания до 10...50%.

Тангенциальное расположение неперетачиваемых пластин увеличивает значения минутной подачи в 2...2,5 раза [3] и, следовательно, производительности. В случае необходимости снятия больших припусков рекомендуется применение пластин в форме параллелограмма. Такой выбор обусловлен наличием режущих кромок большей длины.

Благодаря ступенчатому расположению пластин становится возможным отсутствие вибраций и равномерное распределение припуска по ширине. С технологической точки зрения применение сменных неперетачиваемых пластин не всегда является оправданным и эффективным решением. Пример - концевые фрезы диаметром до 50 мм.

На основании экспериментов автором [3] сделан вывод, что конструкция крепления и геометрия пластин определяют количество зубьев фрезы и, следовательно, значения минутных подач. Концевые фрезы диаметром более 50 мм рекомендуется выполнять сборными, менее 40 мм – монолитными. Наличие специальных пластин из твердого сплава на черновой стадии фрезерования делает возможным уменьшение размеров инструмента или увеличение количества зубьев. Лучшим способом крепления является тангенциальный.

Создание положительных передних углов и более качественного дробления стружки для концевых фрез обеспечивается применением негативных и позитивных пластин со стружкодробящими канавками. Наличие клиньев за режущими пластинами

дисковых фрез улучшает отвод стружки из зоны резания и предохраняет корпус инструмента. Сменные вкладыши актуальны лишь для малой глубины резания. Рифление на поверхности корпуса и вкладышей позволяет устранить их возможное перемещение и использовать инструмент при больших нагрузках.

В результате анализа конструкций и испытаний инструментов с клеевым присоединением пластин автор [2] делает вывод, что такой способ крепления обеспечивает высокую стойкость, способную превосходить создаваемую механическим креплением в 1,5...2 раза. Наименьший отвод тепла в инструмент обусловлен температурой в месте контакта пластины и корпуса, приблизительно равной 150...250°C. Способ крепления пайкой рекомендуется для фасонных пластин и малогабаритных фрез, но проигрывает монолитным инструментам из-за точности процесса закрепления, сложности разборки, возможной повторной пайки.

Механический способ позволяет облегчить отвод стружки, увеличить жесткость, применить демпфирующие элементы разных форм и регулировать положение пластин с целью устранения колебаний режущих кромок, что повышает точность и качество обрабатываемой поверхности. Тем не менее крепление сменных пластин усложняет корпус фрезы, увеличивает стоимость инструмента, создает условия для возможного биения пластин, возникновения погрешности формы обрабатываемой поверхности.

#### Список литературы

1. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В., Григорьев С.Н., Свиртладзе А.Г. Режущий инструмент : учебное пособие / под общ. ред. С. В. Кирсанова. 5 изд., стереотип. Москва: Машиностроение, 2022. URL: <https://e.lanbook.com/book/192992>. (Дата обращения 11.04.2013).
2. Зубарев Ю.М., Вебер А.В., Афанасенков М. А. Режущий инструмент: учебник для вузов / под общ. ред. Ю.М. Зубарева. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 432 с.
3. Балла О.М. Технологическая подготовка производства для станков с ЧПУ. Проектирование и изготовление специальных и специализированных фрез. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. 512 с.

#### УДК 621.382

### ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОЙ ПОДГОНКИ ТОНКОПЛЁНОЧНЫХ РЕЗИСТОРОВ НА КРЕМНИЕВОМ КРИСТАЛЛЕ

Бурухин М.К., студент

КФ МГТУ им Н.Э. Баумана «Проектирование и технология производства электронных приборов»

[maxburuxin@gmail.com](mailto:maxburuxin@gmail.com)

Научный руководитель: Андреев Д.В., к.т.н., доцент

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана «Проектирование и технология производства электронных приборов»

[dmitrii\\_andreev@bmstu.ru](mailto:dmitrii_andreev@bmstu.ru)

При производстве интегральных микросхем неизбежен технологический разброс параметров интегральных элементов. Отклонение электрических параметров элементов приводит к отклонению параметров ИМС в целом или к её полной неработоспособности [1]. Привести величины параметров ИМС к номинальным возможно, за счёт внедрения операции подгонки в процесс производства. По способу реализации метода подгонки различают лазерную и электрическую подгонки.



Суть метода лазерной подгонки заключается в испарении резистивного материала плёночного резистора мощным коротким импульсом лазерного излучения. В процессе подгонки сопротивление резистора увеличивается, поэтому значение исходного сопротивления должно быть меньше целевого [2]. Вопросы исследования характеристик резисторов при подгонке с различными формами реза рассмотрены в работе [3]. В работе исследованы дефекты, возникающие при подгонке и предложены допустимые режимы, позволяющие избежать дрейфа характеристик подгоночных резисторов. Имеются работы, в которых исследована возможность лазерной подгонки поликремниевых резисторов, но на практике такой метод применяется редко.

В работе предложены основные конфигурации и формы реза для реализации метода лазерной подгонки тонкоплёночных резисторов на кремниевом кристалле.

Наиболее распространённые конфигурации подгоночных резисторов:

- 1) Простой прямоугольный резистор, допускает различные формы реза.
- 2) Резистор «шляпа», допускает как рез поперёк направления тока для увеличения скорости изменения параметра, так и вдоль, для повышения точности подгонки.
- 3) Параллельное включение резисторов («пальцы») применяется для ступенчатой подгонки перерезанием параллельных резисторов, иногда с последующей точной подгонкой последовательно соединённого резистора.

Простейший прямой рез даёт наиболее быстрое изменение величины сопротивления с длиной реза, однако не позволяет осуществить подгонку с высокой точностью. L-образный рез является наиболее часто используемым резом, так как обладает высокой стабильностью и точностью. Теневой рез позволяет добиться ещё большей точности подгонки, за счёт добавления реза в области с низкой плотностью тока. Сканирующий рез применяется в высокочастотных устройствах и позволяет минимизировать паразитные ёмкостные сопротивления компонентов RC-цепочек. Серпантинный рез используется в случае, когда исходное сопротивление сильно ниже требуемого.

#### Список литературы

1. Andreev D.V., Maslovsky V.M., Andreev V.V., Stolyarov A.A. Modified Ramped Current Stress Technique for Monitoring Thin Dielectrics Reliability and Charge Degradation // *Phys. Status Solidi A*. 2022. V. 219. I. 9. pp. 2100400(1-5). DOI: <https://doi.org/10.1002/pssa.202100400>.
2. Bondarenko G.G., Andreev V.V., Loskutov S.A., Stolyarov A.A. The method of the MIS structure interface analysis // *Surface and Interface Analysis*. 1999. V. 28. pp.142-145. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9918\(199908\)28:1<142::AID-SIA593>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9918(199908)28:1<142::AID-SIA593>3.0.CO;2-1).
3. Alafogianni M., Birkett M. Resistor trimming geometry; past, present and future // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2016. V. 104. DOI:<https://doi.org/10.1088/1757-899X/104/1/012002>.

УДК 004.047

## **НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫХ СИСТЕМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВОЙСТВ СТАТИЧЕСКОЙ ТИПИЗАЦИИ ПЕРЕМЕННЫХ**

Власовский А.И., аспирант

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и управление», АО «ОКБ МЭЛ»

tfzmystery6@gmail.com

Научный руководитель: Андреев В.В., д.т.н., профессор

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и управление»

Микроконтроллерные системы управления находят всё большее применение в современных отраслях науки и техники. Применение таких систем для управления сложными объектами требует повышенных показателей надёжности системы и входящих в нее компонентов [1,2]. Одним из наиболее эффективных путей повышения отказоустойчивости изделия в режиме функционирования является включение в состав вычислительной системы сторожевых механизмов [3].

Для работы сторожевых механизмов необходима петля обратной связи по сигналам контрольно-измерительных устройств. Такими устройствами могут быть герконы, концевые датчики, датчики Холла, кнопки, переключатели и другие. Обработка дискретных сигналов этих устройств качественно влияет на показатели безопасности микроконтроллерной системы. Чаще всего разработчику приходится столкнуться с помехами различной природы на измерительной линии.

Для фильтрации помех и избегания ложных импульсов контрольно-измерительных устройств могут применяться схемы фильтрации на основе радиоэлектронных компонентов. Однако, для упрощения конструкции системы управления и уменьшения стоимости изделия, задачи фильтрации перекладывают на цифровой алгоритм.

Существует несколько подходов к цифровой фильтрации помех дискретного сигнала в микроконтроллерных системах:

- Введение задержки считываемого сигнала;
- Сохранение и обработка нескольких последних значений считываемого сигнала.

Описанные виды реализации цифрового фильтра предполагают равномерную дискретизацию сигнала, поскольку использование прерываний для считывания сигнала контрольно-измерительных устройств приведёт к непредсказуемой временной задержке между считанными значениями (в архитектуре исходного текста это чаще всего реализуется при помощи чтения значения сигнала в прерывании таймера микроконтроллера). Равномерная дискретизация сигнала позволяет сделать алгоритм предсказуемым по частоте выборки. Временные задержки и алгоритмы обработки сигнала выбираются на основе экспериментальных данных о длительности и равномерности импульсов помех.

Использование задержки считываемого сигнала не позволяет оценить характер переходного процесса измеряемого сигнала и позволяет избегать ложных срабатываний при введении относительно длинной задержки.

Сохранение и обработки нескольких последних значений измеряемого сигнала требует некоторых вычислительных ресурсов для обработки массива считанных значений.

Для устранения описанных недостатков предлагается использовать свойства статической типизации программируемой системы. В качестве контейнера-буфера считанных значений выступает целая беззнаковая переменная. Количество бит выделенной памяти под переменную выступает в качестве размера буфера. Для

добавления нового значения в фильтрующий буфер, переменная сдвигается влево на один бит, а значение сохраняется в освободившееся место – в младший значащий бит. Таким образом, переменная-контейнер хранит историю изменения измеряемого сигнала.

Так как контейнер-буфер представляет собой переменную, нет необходимости использовать алгоритмы его обработки, поскольку для каждого набора сохраненных значений уже существует соответствие один к одному. Этим соответствием является само значение переменной. Требуется только назначить микроконтроллерной системе соответствующее декодирование: какое значение система будет воспринимать как логическую единицу, а какое как логический ноль.

Такая реализация также позволяет обрабатывать сигнал с точки зрения определения длительности и плотности помех. Это важно в системах, защищаемых от критических ошибок. Причиной помех может стать как неисправность, так и повышенный радиационный фон, что спровоцирует качественное усиление помех в измеряемом сигнале. Тогда, система имеет возможность отследить изменения и применить соответствующий функционал.

Предложенный метод фильтрации способствует улучшению показателей безопасности микроконтроллерных систем управления, предоставляет широкий функционал обработки и лаконично реализуется в программируемых системах со статической типизацией переменных.

#### Список литературы

1. Andreev D.V., Maslovsky V.M., Andreev V.V., Stolyarov A.A. Modified Ramped Current Stress Technique for Monitoring Thin Dielectrics Reliability and Charge Degradation // Phys. Status Solidi A. 2022. V. 219. I. 9. pp. 2100400(1-5). DOI: <https://doi.org/10.1002/pssa.202100400>
2. Bondarenko G.G., Andreev V.V., Loskutov S.A., Stolyarov A.A. The method of the MIS structure interface analysis // Surface and Interface Analysis. 1999. V. 28. pp.142-145. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9918\(199908\)28:1<142::AID-SIA593>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9918(199908)28:1<142::AID-SIA593>3.0.CO;2-1)
3. Платунов А.Е., Стерхов А.С. Сторожевые механизмы во встраиваемых вычислительных системах // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2017. Т. 17. № 2. С. 301–311. DOI: 10.17586/2226-1494-2017-17-2-301-311

#### УДК 004.312

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ОБЪЕКТОВ ИЗ ВИДЕОПОТОКА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ НА ПЛИС

Корнев С.А., аспирант

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и управление»  
s.kornev.tov@gmail.com

Научный руководитель: Андреев В.В., д.т.н., профессор

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и управление»

Системы обработки изображений в реальном времени имеют широкий спектр применений, от систем видеонаблюдения, до систем компьютерного зрения и систем управления беспилотными летательными аппаратами.

Распознавание объектов является одной из важнейших задач цифровой обработки изображений, для решения которой существуют различные подходы, как программные, так и аппаратные. Для задач обработки изображений в реальном времени необходимы

значительные вычислительные мощности, при этом использование специализированных заказных микросхем (ASIC) с повышенной надежностью и ПЛИС для аппаратной обработки изображений, позволяет достичь большей скорости и эффективности, чем программные реализации [1-2].

Предложенная схема позволяет не только определять границы объектов в видеопотоке, но и переключать видеовыход системы между видеопотоком с распознанными границами объектов и оригинальным видеопотоком в оттенках серого. Она состоит из следующих блоков: блок конвертации изображения в оттенки серого, фильтр Гаусса, блок детектирования границ объектов с помощью оператора Собеля, кадровый буфер, видеовыход с интерфейсом HDMI и схема управления.

Для получения видеопотока используется камера OV7670. После начального сброса, ПЛИС производит настройку камеры по интерфейсу SCCB, устанавливая на ней разрешение 640 x 480 пикселей (VGA), с частотой 30 кадров в секунду. Информация об изображении передаётся в формате RGB565 по параллельной шине. Также на камере включена нормализация изображения.

Для дальнейшей обработки, а также уменьшения размера памяти, в которой будет храниться полученный кадр, изображение, полученное с камеры, переводится в оттенки серого, путём суммирования каждого из цветовых каналов в пропорции 30%, 59% и 11% на красный, зелёный и синий компоненты соответственно.

Изображение в оттенках серого поступает на фильтр Гаусса, который используется для сглаживания, а также убирает шум или высокочастотные компоненты с изображения [3]. Его использование позволяет улучшить качество последующей детекции границ объектов на изображении. Фильтр работает в потоковом режиме и имеет ядро размером 5 x 5 пикселей.

Для нахождения границ объектов на изображении используется разностный фильтр на основе оператора Собеля (Sobel) с ядром 3x3 пикселя. Данный оператор используется для приближённого вычисления градиента яркости пикселей изображения [3].

Далее для полученного градиента, производится пороговая обработка, где для всех градиентов меньше порогового значения устанавливается белый цвет, а для градиентов больших или равных, чёрный цвет.

После пороговой обработки, каждый пиксель занимает всего 1 бит, что значительно сокращает размер памяти, затрачиваемой на хранение кадра.

Изображения в оттенках серого и обработанное с помощью оператора Собеля, сохраняются в соответствующие кадровые буферы для последующего вывода на экран. Кадровый буфер нужен из-за разной частоты кадров между выводимым видеосигналом HDMI и видеопотоком камеры (60 и 30 кадров в секунду соответственно). Пиксели изображения кодируются в TMDS сигналы, а затем, полученный видеосигнал выводится на выводы HDMI коннектора с помощью блоков сериализации данных (SerDes) ПЛИС.

Управление системой осуществляется посредством команд, передаваемых по интерфейсу USB/UART.

Схема была протестирована на ПЛИС Xilinx Artix-7 100T, а общее число затраченных блоков ПЛИС на её размещение составило: 3% LUT, 3% LUTRAM, 1% FF, 64% BRAM, 2% DSP, 11% IO, 16% BUFG, 17% MMCM.

В данной работе описана схема аппаратного распознавания границ объектов в видеопотоке, реализованная на ПЛИС. Также проведён анализ затраченных на размещение схемы на ПЛИС ресурсов. Предложенная схема может быть использована для распознавания границ объектов в видеопотоке с большим разрешением и частотой кадров, так как в данной системе лишь параметры используемой камеры ограничивают возможности устройства. Разработанная система аппаратного распознавания границ

объектов может использоваться для ускорения детектирования границ объектов в связке с компьютером, передавая на него уже обработанный видеопоток.

#### Список литературы

1. Andreev D.V., Maslovsky V.M., Andreev V.V., Stolyarov A.A. Modified Ramped Current Stress Technique for Monitoring Thin Dielectrics Reliability and Charge Degradation // Phys. Status Solidi A. 2022. V. 219. I. 9. pp. 2100400(1-5). DOI: <https://doi.org/10.1002/pssa.202100400>.
2. Bondarenko G.G., Andreev V.V., Stolyarov A.A., Drach V.E., Maslovsky V.M. Plasma and injection modification of the gate dielectric in MOS structures // Thin Solid Films. 2003. V. 427. № 1-2. pp. 377-380. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0040-6090\(02\)01146-X](https://doi.org/10.1016/S0040-6090(02)01146-X).
3. Jiang J., Liu C., Ling S. An FPGA implementation for real-time edge detection. // Real-Time Image Proc. 2018. № 15, pp. 787–797. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11554-015-0521-7>.

**УДК 621.3.049.774**

### **ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ КМОП ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО РАЗРЯДА ПУТЕМ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

Крамар М.И., студент

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и управление»

[kramarmi@student.bmstu.ru](mailto:kramarmi@student.bmstu.ru)

Научный руководитель: Андреев В.В., д.т.н., профессор

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и управление»

Статический заряд рождается при нарушении внутримолекулярного, а также внутриатомного равновесия по причине приобретения или потери электрона. Как правило, атом пребывает в состоянии равновесия. Обычно атом находится в равновесном состоянии в результате одинакового количества двух типов частиц – электронов и протонов [1]. Первый тип частиц – электроны, могут беспрепятственно перемещаться от одного атома к другому. Вместе с тем они формируют положительные (с отсутствием электрона) или отрицательные (атом с дополнительным электроном одиночный электрон или) ионы. Когда этот баланс нарушается, появляется статический заряд [1].

В данной работе была предложена оптимизация технологического процесса изготовления КМОП микросхем направленная на повышение их стойкости к электростатическому разряду.

Объектом исследований были выбраны КМОП микросхемы одной серии и изготовленные в одной партии промышленным способом [1,2]. Последующая проверка стойкости к статическому электричеству производилась на специализированном стенде. Испытательное воздействие подавалось на выводы КМОП микросхем, чувствительным к воздействию электростатического разряда [2].

Проанализировав структуру транзисторов и места пробоев, возникло предположение, что в момент осаждения пленки SiO<sub>2</sub> из газовой фазы с использованием тетраэтоксисилана (ТЭОС) на границе раздела окисла, кремния и осаждаемой пленки SiO<sub>2</sub> возникают дефектные области, через которые свободно проходит электростатический разряд и, как следствие, приводит к выходу из строя прибора. Для устранения этой проблемы было принято решение об изменении толщины межслойной изоляции и

проведения предварительного окисления поверхности кремния перед осаждением пленки SiO<sub>2</sub> из ТЭОС [3].

Для проведения эксперимента было изготовлено 4 группы образцов:

1. На пластине 01 было выполнено окисление перед осаждением пленки SiO<sub>2</sub> из ТЭОС. Толщина пленки SiO<sub>2</sub> осажденной из ТЭОС составляла 60 нм;
2. На пластине 02 было выполнено окисление перед осаждением пленки SiO<sub>2</sub> из ТЭОС. Толщина пленки SiO<sub>2</sub> осажденной из ТЭОС составляла 40 нм;
3. На пластине 03 было проведено осаждение пленки SiO<sub>2</sub> из ТЭОС толщиной 40 нм без предварительного окисления;
4. На пластине 04 было проведено осаждение пленки SiO<sub>2</sub> из ТЭОС толщиной 60 нм без предварительного окисления.

Затем все пластины были проведены по стандартному технологическому маршруту изготовления КМОП ИМС. Далее кристаллы с этих пластин были корпусированы в стандартные металлокерамические корпуса, что позволило сформировать четыре партии интегральных микросхем. Все четыре партии ИМС были разбракованы и проведены замеры уровня электростатического пробоя, начиная от напряжения 200 В, с шагом 50 В.

Исходя из результатов исследований, интегральные микросхемы с пластины 02 оказалась наиболее надежными по стойкости к статическому пробую, а интегральные микросхемы с пластины 03 самыми не надежными.

Установлено, что оптимальный технологический процесс изготовления КМОП ИМС, обеспечивающий наибольшую стойкость к воздействию электростатического разряда должен включать следующие технологические операции: окисление перед осаждением пленки из газовой фазы и осаждение пленки диоксида кремния из ТЭОС толщиной около 40 нм.

#### Список литературы

1. Максимов И.В., Кузнецов В.В., Андреев В.В. Исследование модернизированной схемы защиты от электростатического разряда КМОП ИМС серии 1564 // Технологии электромагнитной совместимости. 2017. № 4(63). С. 35 – 41.
2. Andreev D.V., Maslovsky V.M., Andreev V.V., Stolyarov A.A. Modified Ramped Current Stress Technique for Monitoring Thin Dielectrics Reliability and Charge Degradation // Phys. Status Solidi A. 2022. V. 219. I. 9. pp. 2100400(1-5). DOI: <https://doi.org/10.1002/pssa.202100400>
3. Kuznetsov V. HBM, MM, and CBM ESD Ratings Correlation Hypothesis // IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. 2018. V. 60. №. 1. pp.107-114.

УДК 621.317.7

## **АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТОЧНОСТЬ И ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ОБРАБОТАННОЙ МЕТОДОМ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ РЕЗКИ**

Липский Н.Д., студент

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Машиностроение»

almius923@gmail.com

Сысоев Г.А., студент

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Машиностроение»

grishasysoev@gmail.com

Яковлев М.Д., студент

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Машиностроение»

makson2000makson2000@mail.ru

Научный руководитель: Журавлева Т.А., к.т.н., доцент

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Машиностроение»

Гидроабразивная резка (ГАР) – метод обработки, при котором в качестве режущего инструмента используется водно-абразивная струя высокого давления. Благодаря своим многочисленным преимуществам, в частности, высокой производительности обработки, отсутствию нагрева и деформации обрабатываемого материала в процессе резки, возможности обработки практически любых материалов, а также высокой экологичности процесса метод ГАР находит все большее применение в различных отраслях промышленности. Однако, несмотря на вышеперечисленные преимущества, данный метод в большинстве случаев используется для получения деталей не выше 12-14 квалитетов точности. Это связано с наличием уклона на поверхности реза и образованием «бороздок» в нижней части реза при обработке материалов с толщиной выше 30-40 мм. Исходя из сказанного, выявление и оптимизация факторов, оказывающих значительное влияние на точность обработки и качество поверхности реза является актуальной задачей.

Факторы, влияющие на точность и качество обработки гидроабразивной обработки можно разделить на следующие группы: гидравлические параметры, режимы обработки, абразивные параметры и ряд других.

К гидравлическим параметрам относятся давление насоса и диаметр отверстия водяного сопла. Создаваемое насосом давление напрямую влияет на скорость резки, а, следовательно, на производительность обработки: чем выше давление воды при резке, тем производительнее процесс. Водяное сопло предназначено для создания узконаправленной водной струи, в которую в дальнейшем подмешивается абразивный материал. С повышением диаметра сопла, увеличивается производительность обработки, однако, качество обработки снижается.

К основным режимам обработки можно отнести расстояние между соплом и обрабатываемым материалом, а также скорость резки. Величина расстояния между материалом и соплом влияет на величину конусности поверхности реза. Выбор расстояния между соплом и обрабатываемым материалом осуществляется в зависимости от типа обрабатываемого материала, размера абразивных частиц, давления воды и скорости движения сопла. Для подбора оптимального значения расстояния между материалом и соплом рекомендуется проводить тестовую резку. При повышении скорости резки, качество поверхности ухудшается. Это происходит потому, что при высоких скоростях резки частицы абразива не успевают прорезать материал. Чем выше твердость и толщина обрабатываемого материала, тем меньше назначается значение скорости резки.

Качество поверхности реза в значительной мере зависит от типа используемого абразива, его размера и формы. При прочих равных условиях, чем больше абразивная

частица, тем большей кинетической энергией она обладает, следовательно, имеет лучшую режущую способность. Однако, слишком большие частицы могут приводить к закупорке фокусирующей трубки. Выбор размера абразивных частиц осуществляется в зависимости от типа обрабатываемого материала, его толщины, а также от диаметра используемой при обработке фокусирующей трубки. Важно учитывать, что чем меньше размер частиц, тем выше стоимость производства абразива, а, следовательно, и себестоимость резки. Твердость абразивных частиц также существенно влияет на качество обработки. В общем случае, чем тверже частица, тем лучшего качества резки можно достигнуть. Однако использование слишком твердых частиц, например карбида кремния, приводит к катастрофическому износу фокусирующих трубок в течение 10-15 минут работы, вместо 80-100 часов как в случае работы с гранатовыми абразивами. Поэтому важно находить баланс между себестоимостью, производительностью и качеством обработки [1-3].

Таким образом, научно обоснованный выбор технологических параметров резки и подбор характеристик абразивного материала позволяет достичь требуемых точности и качества гидроабразивной обработки. Также актуальным остается вопрос разработки отечественных абразивных смесей, позволяющих получать требуемые точность и качество обработки.

#### Список литературы

1. Барсуков Г.В., Шоркин В.С., Кожус О.Г., Журавлева Т.А. Расчет контакта композитного абразива со стенками сопла, обеспечивающий снижение износа фокусирующей трубки гидроабразивной установки // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2020. № 2(340). С. 62-67.
2. Барсуков Г.В., Степанов Ю.С., Кожус О.Г., Журавлева Т.А. Оптимизация параметров компонентов оборудования для гидроабразивной резки, обеспечивающая повышение эффективности обработки // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2020. № 3 (341). С. 50-58.
3. Барсуков Г.В., Журавлева Т.А., Кожус О.Г. Экспериментальные исследования процесса гидроабразивного резания листового стеклотекстолита // *СТИН*. 2020. №. 6. С. 30-33.

#### УДК 004.415.2.031.43

### АРХИТЕКТУРА ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ NOSQL БАЗ ДАННЫХ

Налисник А.Н., студент

КФ МГТУ им. НЭ. Баумана, факультет «Информатика и управление»

mkumum12@mail.ru

Научный руководитель: Белов Ю.С., к.ф.-м.н., доцент

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и управление»

Существуют различные методы оптимизации производительности распределённых NoSQL баз данных, хотя в основном все они нацелены на решение задач в конкретной области с единичным применением технологий. Однако в большинстве случаев требуется обобщенный механизм, позволяющий объединить основные концепции в оптимизации для достижения максимального результата, в частности объединения методов поиска оптимальных параметров базы данных, ее грамотной онлайн реконфигурации и формирования распределённых виртуальных машин воедино, что поможет создать обобщенное представление об оптимизации самой системы.



Реализация промежуточного программного обеспечения (ПО) для настройки конфигурации хранилищ данных NoSQL начинается со сквозного рабочего процесса, который включает в себя как автономное обучение, так и онлайн-выбор оптимальных параметров конфигурации в ответ на изменения рабочей нагрузки [2]. Промежуточное ПО имеет следующий рабочий процесс:

1. Характеристика рабочей нагрузки. Рабочие нагрузки базы данных параметризуются, и ожидаемые рабочие нагрузки вводятся в систему во время сбора данных.
2. Идентификация важных параметров. Все параметры управления, связанные с производительностью, идентифицируются, и каждый параметр управления независимо варьируется, измеряется и ранжируется в порядке важности с использованием метода дисперсионного анализа. Параметры с наивысшим рейтингом обозначаются как «ключевые параметры» и используются для последующих этапов рабочего процесса.
3. Сбор данных. Целевые прогоны обучения выполняются путем изменения значений только ключевых параметров, чтобы можно было собрать их взаимозависимое влияние на выходную метрику для дальнейшего анализа.
4. Суррогатное моделирование. Влияние параметров конфигурации на интересующие выходные показатели для любой заданной характеристики рабочей нагрузки моделируется с использованием глубокой нейронной сети.
5. Оптимизация конфигурации. Оптимальные параметры конфигурации для фактической наблюдаемой рабочей нагрузки определяются с помощью генетического алгоритма.

Используя данный рабочий процесс, промежуточное ПО создает оптимальную конфигурацию для конкретной серверной архитектуры. Промежуточное ПО может использоваться механизмом хранилища данных NoSQL, оно достаточно гибкое, чтобы переходить к новым оптимальным настройкам в условиях меняющихся рабочих нагрузок [1].

Необходимость в реализации приложений для автоматической настройки NoSQL баз данных велика, так как появляется все больше задач, связанных с большими данными. Поэтому следует тщательно подходить к построению архитектуры промежуточного ПО для налаживания быстродействия системы, ее высокой доступности и конфигурируемости. Рассмотренная архитектура определяет ряд решений для наиболее актуальных проблем в области производительной реконфигурации NoSQL-систем, что позволит опираться на них при разработке в более специфичных сферах деятельности и исследований.

#### Список литературы

1. Налисник А.Н., Белов Ю.С. Оптимизация производительности хранилищ данных NoSQL // Научно-технические материалы Всероссийской научно-технической конференции (Калуга, 14-16 ноября 2017 г.). 2022. С. 214-217.
2. Mahgoub A., Wood P., Ganesh S., Mitra S., Gerlach W., Harrison T., Meyer F., Grama A., Bagchi S., Chaterji S. A middleware for parameter tuning of nosql datastores for dynamic metagenomics workloads // Proceedings of the 18th ACM/IFIP/USENIX Middleware Conference. 2017. pp. 28-40.

УДК 621.396.67

**РАДИОПРОЗРАЧНОЕ УКРЫТИЕ СВЧ ДИАПАЗОНА**

Немыченков Я.В., студент

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и управление»

nemyuchenkovyav@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Андреев В.В., д.т.н., профессор

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и управление»

Радиопрозрачные укрытия (РПУ) широко используются для защиты антенных устройств в различных областях, таких как телекоммуникации, авиакосмическая промышленность, военная техника и др. Радиопрозрачные укрытия наряду с использованием высоконадежной элементной базы [1, 2] позволяют существенно повысить надежность и долговечность радиолокационных станций. Они предназначены для обеспечения защиты от факторов окружающей среды, таких как дождь, снег, пыль, при этом позволяя электромагнитным волнам проходить через материал с минимальными помехами. Выбор материала для радиопрозрачных укрытий имеет решающее значение для обеспечения оптимальной передачи электромагнитных волн. Различные материалы имеют различные электрические и физические свойства, которые могут повлиять на работу антенного устройства. Данная работа посвящена анализу материалов, применяемых при изготовлении радиопрозрачных укрытий, выборе материала для объектов морского базирования, а также выработке рекомендаций по их использованию, моделированию потерь электромагнитной энергии. Для изготовления радиопрозрачных укрытий доступно несколько материалов, включая фторопласт, полистирол, полипропилен, пенополиуретан и стеклотекстолит.

Для проведения оценки радиотехнических параметров конструкции РПУ, была использована математическая модель [3], которая представляет собой набор входных, внутренних и выходных параметров.

Набор входных параметров включает в себя следующие характеристики электромагнитной волны, проходящей через РПУ:  $\lambda$  - длина волны,  $\beta$  - поляризация волны,  $\theta$  - угол падения волны. Набор внутренних параметров включает следующие характеристики материала стенки РПУ:  $d$  – толщина листа материала,  $\Delta d$  – разброс по толщине стенки,  $L$  – длина стенки,  $\varepsilon$  - диэлектрическая проницаемость материала,  $\text{tg}\delta$  - тангенс угла потерь материала стенки.

При оценке радиотехнических свойств радиопрозрачных материалов предварительно определяли оптимальную толщину стенки радиопрозрачного укрытия с учетом различных технических требований, таких как диапазон рабочих частот и приоритетные поддиапазоны в этом диапазоне. Это те частоты, на которых объект должен иметь минимальные потери электромагнитной энергии. При проведении моделирования выполнялись следующие шаги: строилась зависимость между потерями электромагнитной энергии и стандартными рядами толщин листов в приоритетных диапазонах, определялась толщина или диапазон толщин с минимальными потерями в приоритетных диапазонах.

По приведенному алгоритму было проведено моделирование материалов для частот 1...100 ГГц, рассматривались толщины от 4 до 8 мм, которые удовлетворяют техническим требованиям и механической прочности. В результате моделирования были построены зависимости потерь электромагнитной энергии от толщины листа на приоритетных частотах, для углов падения  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ .

На основе проведенного моделирования было установлено, что минимальные потери энергии в материале наблюдаются при толщине 4 мм и угле падения  $0^\circ$ , а максимальные - при толщине 8 мм и углах падения  $30^\circ$  и  $45^\circ$ . Анализ различных

материалов показал, что для изготовления радиопрозрачного укрытия морского базирования предпочтительней использовать фторопласт.

Таким образом показано, что фторопласт имеет очень низкую диэлектрическую проницаемость и коэффициент рассеяния, что делает его наиболее предпочтительным материалом для изготовления основы радиопрозрачного укрытия. Однако его ударная вязкость относительно низка, что делает его восприимчивым к механическим повреждениям. Его разрушающее напряжение высокое, а это значит, что он может выдерживать значительные усилия, прежде чем сломается. Влагопоглощение фторопласта также очень низкое, что позволяет его использовать в средах с высокой влажностью или воздействием воды. В целом фторопласт является наиболее предпочтительным материалом для изготовления РПУ, где ударопрочность не является первостепенной задачей. Результаты моделирования показали, что диаграмма зависимости потерь частоты и угла падения близка к периодической с уменьшением периода по мере увеличения толщины листа.

#### Список литературы.

1. Andreev D.V., Maslovsky V.M., Andreev V.V., Stolyarov A.A. Modified Ramped Current Stress Technique for Monitoring Thin Dielectrics Reliability and Charge Degradation // Phys. Status Solidi A. 2022. V. 219. I. 9. pp. 2100400(1-5). DOI:<https://doi.org/10.1002/pssa.202100400>.
2. Andreev D.V., Bondarenko G.G., Andreev V.V., Stolyarov A.A. Modification of thin oxide films of MOS structure by high-field injection and irradiation // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. V. 110. pp. 012041(1-6). DOI: 10.1088/1757-899X/110/1/012041.
3. Николаев П.В., Самбуров Н.В. Радиопрозрачные укрытия на основе листового фторопласта // Вопросы радиоэлектроники. 2016. № 10. С. 77- 84.

#### УДК 004.056.57

#### ИССЛЕДОВАНИЕ БАЙТ-КОДА ЯЗЫКА PYTHON И ЕГО ДИЗАССЕМБЛИРОВАНИЕ

Носов Г.Д., студент

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и управление»  
ngd21ki185@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Потапов А.В., к.т.н., доцент

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и управление»

Обратная разработка программ, написанных на языке Python актуальна для разработчиков программного обеспечения и специалистов в области информационной безопасности, которые работают с этим языком программирования. Результаты исследования могут помочь улучшить эффективность и безопасность программ, написанных на Python. Для раскрытия темы нам необходимо ознакомиться, из каких этапов производится выполнение кода на Python (используемая версия 3.8). Python является интерпретируемым языком, но на этапе компиляции создаётся байт-код, который интерпретируется и выполняется виртуальной машиной. Таким образом, python компилирует каждый модуль в байт-код с расширением .рус.

Теперь разберём структуру байт-кода python с помощью источника [1]. Он состоит из:

- Магического числа (4 байта) – используется, чтобы различать версии питона, с

помощью которого скомпилирован байт-код

- Битового поля (4 байта) – пока это поле пустое, в будущем будет служить для воспроизведения сборок.
- Метки даты (4 байта) - содержат временную метку даты модификации исходного файла.
- Размера файла (4 байта) – содержит размер исходного файла (.py)
- Вся остальная часть файла — это просто упорядоченные объекты кода (marshalled code object). Из документации [3] мы видим, что объекты кода — это низкоуровневая деталь реализации CPython. Каждый из них представляет собой кусок исполняемого кода, который еще не был связан с функцией. А из статьи [1] мы видим, что модуль маршала существует в основном для поддержки чтения и записи «псевдоскомпилированного» кода для модулей python файлов .pyc.

Известный факт, что почти всё в python – объект. Из источника [3] мы можем увидеть байт-код питона, с помощью атрибута `co_code`, а также можем преобразовать его в опкоды с помощью модуля `dis`. Таким образом мы представим список кодов операции и их аргументы, которые будут переданы в виртуальную машину CPython для интерпретации и выполнения. Давайте разберём пример, на примере дизассемблированной функции проверки чётности числа с помощью источника [4]:

- `LOAD_FAST` (опкод 124) – заносит в стек аргумент «a» в позицию индекса 0
- `LOAD_CONST` (опкод 100) – заносит в стек константу «2»
- `BINARY_MODULO` (опкод 22) – берёт из стека «a» и считает остаток от деления на константу «2»
- Далее загружаем в стек «0» с помощью `LOAD_CONST` в позицию индекса «2»
- `COMPARE_OP` (Опкод 107 по индексу 2) – функция сравнения
- `POP_JUMP_IF_FALSE` (2 и 114 по индексу 8) – прыгает на 16 строку при False
- Далее загружаем в стек «True» или «False» с помощью `LOAD_CONST` в позицию индекса «3» или «4»
- `RETURN_VALUE` (Опкод 83) – Возврат значения из функции

Код на языке python выполняется при помощи виртуальной машины CPython, которая работает на основе стека. Все элементы, такие как функции, имена и символы, помещаются в стек, а интерпретатор извлекает их для выполнения операций и возвращает результаты обратно. Когда вызывается функция, создается новый фрейм, который содержит информацию о имени функции, аргументах и номере строки, с которой нужно продолжить выполнение после возврата функции. При каждом возврате функции ее фрейм удаляется из стека.

Суммируя вышесказанное, мы приходим к тому, что любой файл байт-кода языка python можно дизассемблировать и узнать функционал скрипта или программы без декомпилятора. Также была разобрана структура байт-кода, с помощью которой возможно определить версию языка, размер файла. Эти знания помогут производить обратную разработку «битых» бинарных файлов python. К этому методу обратной разработки стоит обращаться, когда инструменты для декомпиляции не работают.

#### Список литературы

1. Batchelder N. The structure of .pyc files. URL: [https://nedbatchelder.com/blog/200804/the\\_structure\\_of\\_pyc\\_files.html#:~:text=pyc%20file%20is%20a%20binary,A%25](https://nedbatchelder.com/blog/200804/the_structure_of_pyc_files.html#:~:text=pyc%20file%20is%20a%20binary,A%25) (Дата обращения 09.05.2023).
2. Rakovskij S.. Pyc\_rules. Open-source project. URL: [https://github.com/rakovskij-stanislav/pyc\\_rules](https://github.com/rakovskij-stanislav/pyc_rules) (Дата обращения 09.05.2023).

3. Python Software Foundation: Python 3.8.16 documentation. URL: <https://docs.python.org/3.8/c-api/code.html> (Дата обращения 09.05.2023).
4. Kornev D. Python opcodes. URL: <https://unpyc.sourceforge.net/Opcodes.html> (Дата обращения 09.05.2023).

### УДК 620.92

## АНАЛИЗ ВЫРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ БИОТОПЛИВА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

Пестов К.В., аспирант

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦМТУ Росстандарта

Научный руководитель: Анфилов К.Л., к.х.н. доцент, зав.каф.

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

Среди возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ) биогазовая энергетика наиболее конкурентоспособна и масштабируема. Очистные сооружения покрывают потребление энергии генерацией из биогаза.

Энергетическая отдача очистных сооружений может быть увеличена за счет преобразования энергии биодegradации сточных вод напрямую в электрическую энергию с применением технологии помощью микробных топливных элементов (далее – МТЭЛ). МТЭЛ могут применяться как в закрытых и полузакрытых системах очистных сооружений, так и в открытых системах закрытых водоемов разной видов.

Высвобождаемая с помощью МТЭЛ мощность такой открытой экосистемы без значительных финансовых затрат на оборудование оценивается в размере 2800 кВт/ч ежегодно с площади 100 м<sup>2</sup>.

Очистные сооружения в Австрии, Германии, Швеции и США работают почти автономно, независимо от внешних источников энергии [1]. Нижние экономические пределы применения теплоэлектростанций на очистных сооружениях канализации оцениваются в расчете на 30 - 50 тыс. жителей, что соответствует мощности двигателя 50 - 80 кВт.

На городских очистных сооружениях канализации в России вырабатывается около 310 млн. м<sup>3</sup> биогаза в год, т.е. около 220 тыс.т у. т. [2]

При рационально организованной технологии утилизации собственных энергоресурсов в виде биогаза и теплоты, расход добываемого органического топлива на теплоснабжение и другие нужды может быть значительно сокращен, а в некоторых случаях и исключен полностью. **Ошибка! Источник ссылки не найден..**

Потенциал использования ВИЭ это и использование биотоплива, в частности биоэтанола, которой является лидером производства и потребления на рынке жидкого биотоплива латиноамериканских и европейских стран.

Половина внутреннего спроса на жидкое топливо латино-американских стран удовлетворяется за счет биоэтанола. Производство биоэтанола в ЕС могут быть увеличены в ближайшее время на 85%.

В Китае прирост производства биоэтанола составляет около 15%. Для стран Азии отрасль по выработке биодизеля превратилась в стратегически важную и экспортно ориентированную отрасль.

Постоянный рост цен на энергоносители из ископаемых источников, увеличивает потенциал перехода к ВИЭ. Биотопливо оказывает значительно меньшее воздействие на окружающую среду, чем ископаемые углеводороды. Для устойчивой биоэкономики и биоэнергетики требуется целостное управление, основанное на надлежащей

стандартизации. Данные требования ставятся во главу угла при разработке добровольных стандартов, охватывающих всю цепочку производства, обращения и утилизации продукции.

#### Список литературы

1. Демёхин Г.Д. Биоэнергетика как сегмент аграрного сектора экономики, основанной на преобразовании энергии органических отходов // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2019. № 4(92). С. 46-51.
2. Бойправ Л.В., Калямова А.В., Румянцева А.В. Перспективы использования биогаза в России. // Система управления экологической безопасностью: сборник трудов XIV международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 2020г.). Екатеринбург: УрФУ. 2020. С. 226-231.

#### УДК 620.92

### МЕТОДОЛОГИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Пестов К.В., аспирант

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦМТУ Росстандарта

Научные руководители: Анфилов К.Л., к.х.н. доцент, зав.каф.

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

Кусачева С.А. к.б.н., зав.кафедрой

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

Новые направления развития технологий производства и потребления энергоресурсов требуют развития стандартизации процессов проектирования, производства, выпуска в обращение, хранения, перевозки, обращения выпускаемой продукции и ее утилизации [1].

Развитие стандартизации в области биотехнологий, особенно в части переработки и утилизации продукции в агропромышленном комплексе и процессах водоподготовки либо водоочистки, находится в процессе становления как базы для дальнейшего научно-технического прогресса.

Переработке отходов уделяется значительное внимание, однако основное направление исследований – выработка биогаза. Достижения науки позволяют вырабатывать энергию всех видов, в т.ч. путем деградации отходов в результате биохимических реакций либо использование природных источников как отходов жизнедеятельности любых видов живых организмов на постоянной основе.

С точки зрения процессов стандартизации затруднения для применения выработки энергии путем деградации отходов являются сами существующие стандарты, т.к. они не предполагают наличия такого варианта получения энергии. Термины и определения, указанные в них, не соответствуют в полной мере современному уровню научно-технического развития отрасли и нуждаются в расширении, дополнении либо изменении.

Современные проектные решения энергетических установок переработки и/или утилизации отходов, в том числе сточных вод, предполагают получение большего количества видов энергии и повышение глубины переработки отходов за счет применения различных топливных элементов. Внедрение изменений в действующее законодательство о техническом регулировании об обращении с отходами, разработка и утверждение новых государственных стандартов с классификацией видов переработки при помощи

энергетических установок содержащих различные виды топливных элементов помогут внедрению их в промышленное производство.

С введением в действие Федерального закона от 29.06.2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» [2] появилась уверенность, что изменение методологии стандартизации биотехнологических процессов приведет к созданию новых государственных стандартов и модификации существующих, что будет иметь длительный эффект для экологической обстановки и диверсификации выработки энергии всех видов.

Принципиальным отличием стандартизации таких источников альтернативной энергетики является метод опережающий стандартизации нехарактерный для давно известных источников альтернативной энергетики.

Опережающая стандартизация поможет установить базовые характеристики МТЭЛ для оценки экономической эффективности и запуска опытно-промышленного или серийного производств.

#### Список литературы

1. Федеральный закон от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (Собрание законодательства Российской Федерации, N 52, 30.12.2002 (часть 1), ст. 5140. // Вестник Госстандарта России, № 2, 2003. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_40241/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/) (Дата обращения 11.04.2023)
2. Федеральный закон от 29.06.2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» (Официальный интернет-портал правовой информации, 30.06.2015. // Российская газета. № 144, 03.07.2015 URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_181810/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181810/) (Дата обращения 11.04.2023)

#### УДК 67.05

### ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ЛИНЕЙНЫХ И УГЛОВЫХ РАЗМЕРОВ ВОСКОВЫХ МОДЕЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ПОМОЩИ 3D-ПЕЧАТИ

Родионов Д.А., студент

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Машиностроительный»

d\_rodionov99@mail.ru

Появление 3D-печати стало поворотным моментом: аддитивные методы неизмеримо расширили возможности производства, позволив значительно оптимизировать технологический цикл.

Благодаря высокой производительности 3D-принтеров предприятие может сократить время изготовления опытных образцов в разы, а порой и в десятки раз и, соответственно, уменьшить производственные расходы [1]. Напечатанные из воска модели отличаются высокой точностью, идеально ровными и гладкими поверхностями, а также тончайшей детализацией, что позволяет создавать изделия сложных форм и фактур, которые невозможно изготовить по традиционным технологиям [2]. В настоящем материале исследована точность линейных и угловых размеров моделей, сделанных из модельного воска WAX3D при помощи 3D-печати.

Для этого эксперимента была разработана и распечатана модель, отражающая в своей конструкции большинство геометрических элементов, используемых в машиностроительной промышленности. Модель обладает блоками, отражающими отдельные конструктивные категории элементов:

1. Блок 1 – Включает в себя 3 стенки с длиной 10 мм, 20 мм и 30 мм.
2. Блок 2 – Включает в себя 3 столбика с высотой 10 мм, 20 мм и 30 мм, с сечением в виде квадрата со стороной по X-координате – 2 мм и стороной по Y-координате – 2 мм.
3. Блок 3 – Состоит из шести пазов, обладающих внутренними линейными размерами. Каждый из них обладает длиной 14 мм, глубиной 5 мм и шириной 4 мм, 3 мм, 2 мм, 1 мм, 0,5 мм, 0,25 мм.
4. Блок 4 – Данный блок включает в себя планки, расположенные под определенным углом в 15°, 30°, 45°, 60°, 75° по отношению к печатному столу.
5. Блок 5 – Разработанный блок предназначен для контроля и оценки качества и точности распечатывания навесных элементов с поддержками и без них. Блок включает в себя сетку, благодаря которой возможно оценить степень точности и качества печати навесных элементов без поддержек.

Были распечатаны 5 моделей и сняты линейные размеры при помощи Штангенциркуля ШЦЦ-I- 100-0,01 ГОСТ 166-89 и угловые размеры при помощи Угломера мод 127 ГОСТ 5378-88 [3]. Исходя из полученных размеров и в соответствии с ГОСТ 25346-2013 были рассчитаны квалитеты точности для размеров из диапазона от 0 до 30 мм:

1. До 3 мм – 15 квалитет
2. Свыше 3 до 6 - 15 квалитет
3. Свыше 6 до 10 – 15 квалитет
4. Свыше 10 до 18 – 15 квалитет
5. Свыше 18 до 30 -14 квалитет

В результате работы было выявлено, что 3D-печать моделей из филамента WAX3D способна обеспечить 15 квалитет точности линейных размеров. Присутствуют дефекты поверхностей, искажения контура, места пробелы в местах спайки, однако эти негативные явления решаются при помощи уже приведенных рекомендаций.

#### Список литературы

1. Сметанников О.Ю., Труфанов Н.А., Шардаков И.Н. Термомеханика полимерных материалов в условиях релаксационного перехода. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 172 с.
2. Попович А.А., Суфияров В.Ш., Разумов Н.Г. и др. Материалы и аддитивные технологии. Современные материалы для аддитивных технологий : учебное пособие. Санкт-Петербург: СПбГПУ, 2021. 204 с.
3. Григорьев Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели : учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 320 с.

#### УДК 004.4

### **СРАВНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ БИБЛИОТЕК ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПК И CUSTOM HID-УСТРОЙСТВ**

Цимерман И.С., студент

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и управление»

ilya-tsimerman@mail.ru

Научный руководитель: Вершинин Е.В., зам.дир. по НИР, зав.каф., к.ф.-м.н., доцент

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и управление»

Для обмена информацией между микроконтроллером (далее - МК) и персональным компьютером (далее - ПК) раньше использовался СОМ-порт. Ему на замену пришёл USB.



Для взаимодействия программ на ПК и МК потребуется драйвер, например компания STmicroelectronics предлагает для своей продукции «STM32 Virtual COM Port Driver», что является уже устаревшей технологией. Компания Microsoft предлагает пользователям библиотеку HID.dll, которая сложна в освоении. Поэтому на основе HID.dll сообщества разработчиков начали создавать свои библиотеки.

В данной работе сравниваются две наиболее актуальные библиотеки USBHIDDRIVER [1] и QtUsb [2], которые написаны специально для .NET Framework и QT Framework соответственно, что очень удобно при создании десктопного приложения. Эти два проекта основаны на устаревших и уже не поддерживаемых библиотеках.

Сравнение функциональных параметров. Обе библиотеки документированы, с открытым исходным кодом, имеют минимальный набор функции для работы с HID-устройством (подключение, отключение, чтение и запись), авторы предоставляют примеры использования.

Плюсы QtUsb:

- 1) документация интегрируется в среду разработки QtCreator;
- 2) библиотека кроссплатформенная.

Плюсы USBHIDDRIVER:

- 1) реализован механизм событий буфера USB;
- 2) реализован метод для получения списка подключённых устройств с указанным идентификатором поставщика.

Библиотека USBHIDDRIVER имеет больше возможностей, но доступна только для ОС Windows.

Сравнение качественных параметров. Сравним библиотеки по памяти и скорости работы функцией чтения и записи.

МК при подключении к ПК на ОС Windows будет без программной задержки отправлять данные и обрабатывать принимаемые. Замерим время, за которое программы на ПК подключатся к устройству, отправят и прочитают 1000 записей и отключатся от него. В случае с библиотекой USBHIDDRIVER проведём два эксперимента: с включением прослушителя событий добавления USB-буфера и без. За 10 запусков среднее время выполнения программы с библиотекой QtUsb составило 7,769 с., с библиотекой USBHIDDRIVER без механизма событий – 9,726 с. и с библиотекой USBHIDDRIVER с механизмом событий – 4,807 с.

С USBHIDDRIVER и механизмом событий работать удобнее, а такая программа выполняется быстрее. Это связано с тем, что операции чтения и записи выполняются в разных потоках. Можно предположить, что если операцию чтения при использовании библиотеки QtUsb выполнять не в основном потоке приложения (например, по таймеру), то ожидается выигрыш в производительности в 2 раза.

Библиотека QtUsb весит 7,84 Мб., а USBHIDDRIVER – 1,51 Мб. Объём, занимаемой памяти программой, использующую библиотеку QtUsb, составляет 18,9 Кб., а с библиотекой USBHIDDRIVER – 359 Кб.

Хоть библиотека USBHIDDRIVER занимает наименьший объём памяти, но она требует установки .NET Framework 4.5, который занимает 4.5 Гб [3]. QtUsb требует для работы меньший объём памяти.

Библиотека USBHIDDRIVER предоставляет разработчику больше функциональных возможностей, но проигрывает по скорости работы и памяти, подойдёт для задач критичных ко времени разработки. Библиотека QtUsb подойдёт для задач, требующих кроссплатформенную программу с высокими показателями производительности, а также критичному показателю, занимаемой ПО памяти.

## Список литературы

1. Leitner-Fischer F.. HID USB Driver / Library for .Net / C#. URL: <https://www.leitner-fischer.com/2007/08/03/hid-usb-driver-library/> (Accessed 19.04.2023)
2. Poussin F.. Popular repositories / QtUsb, A Cross-platform USB Module for Qt. URL: <https://github.com/fpoussin/QtUsb#readme> (Accessed 19.04.2023)
3. Microsoft. Learn / .NET / .NET / Framework / Get started, . NET Framework system requirements. URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/framework/get-started/system-requirements> (Accessed 19.04.2023).

## РАЗДЕЛ «ЛИНГВИСТИКА»

### СЕКЦИЯ «РУССКИЙ ЯЗЫК»

УДК 0030

#### ВЛИЯНИЕ КАПЕЛЬ ДОЖДЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГОСТУПЕНЧАТОГО ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА

Ван С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ  
987240114@qq.com

Научные руководители: Миненко В.Е., д.т.н., профессор;

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»;

Габова Н.И., доцент,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Авиадвигателям приходится работать в различных условиях окружающей среды, поэтому особенно важно обеспечить безопасность и надежность двигателя. Жидкая вода может попасть в двигатель во время полета и отрицательно сказаться на работе и безопасности двигателя. Что касается двигателя, то компонентом, на который оказывает наибольшее влияние вдыхание дождевой воды, является компрессор. Исследования производительности двигателя при распылении воды проводились ранее в зарубежных странах. Однако их методы расчёта не учитывают влияние дождевых капель на свойства рабочего тела после процесса испарения, столкновения и вдыхания дождевой воды в двигатель.

В данной статье исследуется метод расчёта характеристика поглощения дождя многоступенчатых осевых компрессоров, основанный на методе пошагового расчёта наложения. В процессе расчёта модель компрессора делится на «модель сухого компрессора» и «модель мокрого компрессора». Введены понятия, такие как модель испарения капель воды, модель столкновения и увеличение мощности двигателя из-за дождя. Модель мокрого компрессора: Двухфазный поток состоит из непрерывной фазы и дисперсной фазы [1]. Непрерывная фаза состоит из сухого воздуха и водяного пара. Дисперсная фаза (жидкая вода) представляет собой капли воды на входном сечении первого ротора. Модель мокрого компрессора предполагает двухфазный поток, взвешенный в соответствии с массой его составляющих: газа, водяного пара и жидкости.

После выполнения серии расчётов получаем результаты расчётов путем моделирования: Описанный выше метод используется для расчёта характеристик поглощения дождя 10-ступенчатым компрессором. Состояние на входе 101,325 кПа, температура 288,15 К, соотношение воды и воздуха на входе 0%, 0,5%, 1% и 2%. Капли воды попадают при температуре 288,15 К на входную плоскость ротора первой ступени и очень равномерно распределяются в радиальном направлении [2]. Результаты расчётов показывают, что при скорости конверсии 80 % массовый расход увеличивается на 1,1 %, 1,9 % и 4,2 %, вызванный вдыханием 2 %, 1 % и 0,5 % воды, а коэффициент повышения давления увеличивается на 2,1 %, 4,5 % и 8,2% соответственно. При поглощении осадков 1% и 2% температура на выходе компрессора снижается на 6,9 % и 11,2%. Водовоздушное отношение составляет 2 %, 1 % и 0,5 % соответственно, а давление на выходе компрессора увеличивается на 7,4 %, 5,3 % и 4,4 % соответственно.

В данной работе предлагается метод расчёта производительности газожидкостного двухфазного компрессора, основанный на методе суперпозиции ступеней. Было изучено потребление воды при трех различных водосодержаниях и проведено сравнение с процессом сухого компрессора [3]. Результаты показывают, что заглатывание воды приводит к значительным изменениям производительности компрессора. Влияние дождя на производительность и рабочие характеристики компрессора зависит от диаметра капель и количества воды, попадающей в сердцевину двигателя. Описанный метод можно использовать для расчёта производительности осевого компрессора при различных условиях забора дождевой воды. Это позволяет проверить общую производительность двигателя путем объединения модели мокрого компрессора с термодинамической моделью камеры сгорания и турбины, чтобы изучить общую производительность авиационного двигателя.

#### Список литературы

1. Кривошеев И.А., Струговец С.А., Камаева Р.Ф. Анализ влияния частиц пыли на параметры ступеней осевого компрессора // Вестник ВГТУ. 2011. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-chastits-pyli-na-parametry-stupeney-osevogo-kompressora> (Дата обращения 29.04.2023).
2. Кривошеев И.А., Камаева Р.Ф., Струговец С.А. Особенности движения частиц пыли в проточной части и изменения геометрии лопаток компрессоров в процессе эксплуатации газотурбинных установок // Вестник УГАТУ. 2011. №3 (43). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-dvizheniya-chastits-pyli-v-protocnoy-chasti-i-izmeneniya-geometrii-lopatok-kompressorov-v-protse-ekspluatatsii> (Дата обращения 29.04.2023).
3. Егоров И.Е. Капельно-дождевая эрозия - рельефообразующее значение и методы изучения // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». 2015. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kapelno-dozhdevaya-eroziya-reliefoobrazuyuschee-znachenie-i-metody-izucheniya> (Дата обращения 29.04.2023).

#### УДК 532.529

#### **БАЛЛИСТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ДВУХ- И ТРЕХМЕРНЫХ КРЕМНИЕВЫХ НАНОПЛЕНОК С УЧЁТОМ ШЕРОХОВАТОСТИ ГРАНИЦ**

Инь Ф., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ  
yinfincepu@gmail.com

Научный руководитель: Летникова О.А., ст.преподаватель  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Нанопленки широко используются в микроэлектронных устройствах и микроэлектромеханических системах, а поскольку размер элементов устройств продолжает уменьшаться, толщина нанопленок перешла в нанометровый диапазон. Уменьшение размеров элементов устройств до нанометрового диапазона неизбежно ведёт к уменьшению теплопроводности этих элементов, что ухудшает условия работы, рабочие характеристики и ресурс работы устройств. В данной работе мы обсуждаем продольную теплопроводность двумерных, а также трехмерных кремниевых нанопленок, учитывая только взаимодействие фононов и грубых границ.

В диэлектрических и типичных полупроводниковых материалах передача тепла происходит в основном через колебания решетки, которые могут быть преобразованы из

вторичного квантования в генерацию, аннигиляцию и распространение фононов [1] В макроскопическом масштабе средний свободный пробег фононов намного меньше масштаба системы. В этой точке теплопередача происходит в соответствии с классическим законом теплопроводности Фурье [2].

Однако в наномасштабе размер структурной особенности сравним со средним свободным пробегом фононов. Часть фононов будет переходить непосредственно от одной границы к другой без внутреннего рассеяния, и этот процесс переноса тепла называется баллистическим переносом. В этом процессе закон теплопроводности Фурье уже не применим, и тепло будет передаваться баллистически-диффузионным образом, в котором преобладает баллистический перенос [3] данной работе рассматриваются процессы баллистического переноса тепла в полупроводниковых наноплёнках, толщины которых значительно меньше, чем длины свободного пробега фононов внутри плёнки. Речь идёт о баллистическом переносе тепла в плёнке, когда длины свободного пробега фононов определяются их взаимодействиями с поверхностями плёнок. Учитывается наличие шероховатостей поверхности плёнки.

В работе предлагается более детальная, чем известные в настоящее время, модель шероховатости, основные особенности которой сводятся к следующему. 1) Неровности шероховатости характеризуются безразмерной величиной  $\sigma/l_r$ . 2) Так как точное воспроизведение шероховатой поверхности невозможно, используется существующая статистическая модель шероховатости, развитая для анализа рассеяния упругих и электромагнитных волн. 3) Влияние шероховатости изучается в трёхмерном приближении.

В двух- и трехмерных нанопленках фононы движутся от верхней поверхности к нижней и затем отражаются обратно к верхней поверхности или границе. Пути отражённых фононов изменяются на шероховатых поверхностях. Рассчитав пути всех фононов на поверхностях с различной шероховатостью, получаем результаты.

Согласно расчетам, длины свободного пробега фононов в нанопленках немного больше толщины пленки. По мере увеличения толщины и длины пленки, длины свободного пробега фононов увеличиваются. Сравнивая двумерные нанопленки одинаковой толщины с трехмерными, можно установить, что длины свободного пробега фононов в трехмерных нанопленках немного больше, чем в двумерных.

#### Список литературы

1. Ziman J. Electrons and phonons. // Oxford University Press. 1961. pp. 551
2. Fourier J. The analytical theory of heat. // The University Press. 1955. pp. 536
3. Chen G. Nanoscale energy transport and conversion: A parallel treatment of electrons, molecules, phonons, and photons. // Oxford University Press. 2005. pp. 531

**УДК 617.735**

#### **КЛАССИФИКАЦИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Халифех К., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ

kefah.khalifeh@gmail.com

Научный руководитель: Золотарева М.Н., к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Гиперспектральное изображение (ГСИ) — это куб данных, который содержит два пространственных измерения (пикселя) и одно спектральное измерение (длину волны).

ГСИ имеет большое значение в современном мире. Применение его необходимо в разных областях (в военном деле, в медицине, при зондировании и др.), так как оно обладает большей информативностью, чем обычное изображение. ГСИ получают с помощью специальных устройств - спектрометров [1], их размещают на спутниках или летательных объектах для обнаружения, распознавания и характеристики земных покровов.

Задача классификации - разделять объекты по заранее известному признаку. Целью работы является разработка классификацию набора данных (Павия-Университет), состоящую из двух частей: спектрального изображения (размеры  $610 \times 340 \times 103$ ) и классов исходного изображения (9 классов). ГСИ Павии было получено с помощью датчика спектрометра ROSIS во время полета над Павией, северная Италия [2].

Предлагаемый метод работы включает в себя три основных этапа: подготовку данных, построение классификаторов, процессы обучения и тестирования. Во-первых, PCA применяется для уменьшения спектральных размеров и извлечения признаков. Математический принцип PCA основан на разложении по собственным значениям ковариационной матрицы полос ГСИ. Во-вторых, сдвиг по каналам был проведен для перемещения относительно более важных спектральных полос в более центральное положение, чтобы на следующем этапе задействовать больше операций трехмерной свертки. Во-третьих, создание патчей ( $15 \times 15$  пикселей). На втором этапе было рассмотрено 3 подхода к решению задачи; 1) Байесовские сверточные нейронные сети БСНС: они более устойчивы к переобучению и могут легко обучаться на основе небольших наборов данных. В байесовском подходе параметры сети представлены в виде вероятностных распределений. Получение апостериорной модели в БСНС является сложной задачей [2]. Была реализована аппроксимация вариационного вывода путем минимизации расхождения Кульбака-Лейблера. 2) трансферное обучение: было применено 4 известных классификатора, основанных на архитектуре СНС. 3) машинное обучение (SVM и RF).

Чтобы улучшить возможность представления признаков путем получения карт спектрально-пространственных признаков, мы применили 2-D и 3-D свертку.

На третьем этапе работы была проведена k-кратная перекрестная проверка, чтобы использовать больше данных для обучения.

В результате работы было перестроено изображение. Сравнивая результаты для каждого класса изображений, мы заметили, что точность повышалась в байесовском подходе со средней точностью тестирования 99%. Обучение длилось 20 м.

По сравнению с результатами других исследований мы получили более высокую точность. А критерий точности классификации является наиболее важным из всех. Но среди полученных результатов есть данные, обладающие как преимуществами, так и недостатками, например; 1) БСНС дает наилучшие результаты (точность 95%). Но реализовать ее сложно. 2) SVM с нелинейным ядром RBF дает хороший результат (точность 95%). 3) Сети трансферного обучения требуют слишком больших временных затрат.

Кроме того, результаты во многом зависят от размера обучающих данных, а также от их качества (информативность) и баланса классов. Дальнейшее исследование можно провести с использованием других наборов данных.

По результатам исследования, БСНС рекомендуется для более сложных данных. Но если для работы не требуется очень высокая точность, то гораздо проще использовать SVM и другие методы машинного обучения.

## Список литературы

1. He X., Chen Y. Transferring CNN ensemble for hyperspectral image classification // IEEE geosciences and remote sensing letters. 2020. V. 18, №. 5. pp. 876–880.
2. Cao X., Yao J., Xu Z., Meng D., Hyperspectral image classification with convolutional neural network and active learning // IEEE transactions on geosciences and remote sensing, 2020. V. 58, №. 7, pp. 4604–4616.
3. Joshaghani M., Davari A., Hatamian F.N., Maier A., Riess C., Bayesian convolutional neural networks for limited data hyperspectral remote sensing image classification. 2022. pp. 456–461. DOI:10.48550/arXiv.2205.09250.

**УДК 62-91****РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТЕКОЛ**

Мохамед Х.Ш.С.А.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ  
Hossamshazi821@gmail.com

Научные руководители: Панина Н. Н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Хван С. Х.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

В стекольной промышленности не обошлось без производственных проблем, поэтому в этой работе мы должны уменьшить проблемы конечного продукта и добиться максимального использования даже бракованного продукта с максимально возможными допусками.

В исследовании предлагается способ выявления дефектов стекла и последующей его сортировки: 1) Выбран подбор; 2) встраивание и дооснащение манипулятора для перемещения стекла и встраивание дополнительного технологического оборудования

Листовое стекло практически проходит 4 этапа производства: 1) миксер; 2) горячий конец; 3) холодный конец; 4) упаковка и хранение.[1]

Выявлены дефекты стекла и способы их устранения на холодном конце: 1) Длина больше, чем требуется; 2) Длина меньше, чем требуется; 3) Поломка угла; 4) Полностью разбитое стекло [2].

Произведена классификация стекла и алгоритм работы: 1) Во-первых, для стекла, у которого нет проблем ни по длине, ни по ширине, ни по углам, поэтому оно будет отправлено в первый пункт назначения (готовый продукт); 2) Второй предназначен для стекла, у которого проблемы с длиной, шириной или углами, поэтому оно будет отправлено второму адресату; 3) В-третьих, за полностью битое стекло, которое будет отправлено на дробилку для переработки.

Используется система контроля с камерами над стеклом и источником красного света под стеклом, чтобы рассчитать длину, ширину и даже толщину стекла, чтобы классифицировать его для нашего следующего шага.[3]

Мы выбрали манипулятор: Бренд KUKA KR 510 R3080. Таким образом, досягаемость длинная с 6 осями, вес приемлемый и идеальная повторяемость. Этот робот может поднять лист стекла весом 510 кг.

Использовали эжектор и присоски для прикрепления к манипулятору, чтобы иметь возможность перемещать стекло с помощью вакуумной технологии. Вакуумные генераторы, также известные как эжекторы, и присоски работают вместе, чтобы перемещать объекты в различных промышленных и производственных приложениях.

Генератор вакуума создает зону низкого давления, которая втягивает воздух и предметы, а присоска использует полученный вакуум, чтобы надежно удерживать предмет на месте. Прикрепив присоску к вакуумному генератору, можно создать мощный и универсальный инструмент для работы с объектами различных размеров и форм. Эта комбинация обычно используется в таких отраслях, как упаковка, погрузочно-разгрузочные работы и автомобилестроение, где важна возможность быстрого и безопасного перемещения объектов. Вместе генераторы вакуума и присоски предлагают надежное и эффективное решение для перемещения предметов в самых разных областях применения.

С этой системой мы получили хорошие преимущества для производства стекла: 1) Увеличение коммерческого выхода используя дефектное стекло; 2) Сделали процесс проверки стекла автоматизированным и быстрым; 3) Клиент получит стекло высокого качества с меньшими проблемами; 4) Меньше взаимодействия человека со стеклом, больше безопасности для человека.

#### Список литературы

1. Danielson J.A. Air Pollution Engineering Manual, 2nd Ed. U.S.: Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. 1973. pp. 993
2. Glass manufacturing process // SAINT\_GOBAIN. URL: <https://in.saint-gobain-glass.com/glass-manufacturing-process> (Accessed 25.11.2022)
3. Eagle-I 4.0 cut plate vision system // INSPECTION-SYSTEMS. URL: <https://inspection-systems.co.uk/our-products/eagle-i-4-0-cut-plate-vision-system/> (Accessed 10.11.2022)

#### УДК 339.942

#### **ЭФФЕКТ ГЛОБАЛИЗАЦИИ: АНАЛИЗ БИЗНЕС-АДАПТАЦИИ KFC И GAMESTOP В МЕНЯЮЩЕМСЯ МИРЕ**

Одсурэн Н., студент

МГТУ имени Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ  
odsuren.nomuun@gmail.com

Научные руководители: Дробкова О.С., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»;

Ланцева Е.А., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Глобализация стала главной особенностью современного мира, оказывая влияние на отдельных людей, предприятия и мировую экономику в целом. В данном докладе будет рассмотрено влияние глобализации на предприятия и их деятельность.

В результате глобализации возникла необходимость понять, как этот процесс влияет на бизнес и как компании могут успешно ориентироваться в условиях меняющегося глобального ландшафта.

Цель данного исследования - внести вклад в понимание этого вопроса. В частности, данное исследование направлено на:

1. Выявление основных глобальных тенденций, влияющих на бизнес и изменяющих его методы работы.
2. Изучение успешных примеров глобализации, таких как Kentucky Fried Chicken (KFC) и GameStop, и анализ их стратегий глобального расширения.
3. Выявление ключевых стратегий, которые компании могут использовать для конкуренции на глобальном уровне в условиях быстро меняющегося мира.



Использованный в работе источник дает представление о глобальных тенденциях, определяющих будущее, и подчеркивает парадоксальную природу прогресса, когда достижения в одной области могут привести к проблемам в других [1]. Отчет служит основой для понимания контекста, в котором работают KFC и GameStop, и того, как на них повлияла глобализация. Далее, маркетинговый план для KFC дает представление о том, как KFC адаптировала свои маркетинговые стратегии [2]. В исследовательской работе о компании GameStop анализируется использование компанией GameStop онлайн-платформ для привлечения глобальных клиентов [3]. Статьи основаны на тщательном изучении и анализе широкого круга источников, включая академические исследования, государственные отчеты и мнения экспертов.

В докладе применен качественный исследовательский подход, включающий обзор литературы, изучение конкретных случаев и анализ вторичных данных. В качестве конкретных примеров, используемых в данной тезисе, выступают компании KFC и GameStop, которые служат успешными примерами глобализации.

Результаты исследования подчеркивают, что предприятия могут добиться успеха в глобальной среде, применяя такие стратегии, как исследование рынка, локализация, стратегическое партнерство, инвестиции в технологии и инновации.

В заключение сделан вывод, что глобализация - это сложный процесс, имеющий как положительные, так и отрицательные последствия. Понимание процесса глобализации и его влияния на бизнес необходимо для того, чтобы помочь фирмам добиваться успеха в глобальной среде.

#### Список литературы

1. Глобальные тенденции: Парадокс прогресса // Публикация Национального совета по разведке США. URL: <https://www.dni.gov/files/documents/nic/GT-Full-Report.pdf> (Дата обращения 29.03.2023)
2. Маркетинговый план Kentucky Fried Chicken (KFC). URL: [https://kupdf.net/download/marketing-plan-kfc\\_595d2f45dc0d607a30e1ce2c\\_pdf](https://kupdf.net/download/marketing-plan-kfc_595d2f45dc0d607a30e1ce2c_pdf) (Дата обращения 29.03.2023)
3. Исследование взлета цен на акции GameStop во время Ковид-19 с точки зрения индивидуальных инвесторов. URL: <https://www.atlantis-press.com/article/125966071.pdf> (Дата обращения 29.03.2023)

#### УДК 008

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ДЛИН ВОЛН ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ МЕТАНА В ЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЕ

Сунь Ф., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ  
sunfanqi1999@yandex.ru

Научные руководители: Белов М.Л., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»;

Орлов Е.А., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Фетодов Ю.В., к.т.н., доцент,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Метан (CH<sub>4</sub>) является парниковым газом, третьим по степени оцениваемого влияния на тепловой баланс после паров воды и углекислого газа [1]. Контроль эмиссии

метана очень важен для смягчения последствий изменения климата. Особый интерес в последнее время вызывает применение наноспутников (с массой менее 10 кг) с целью размещения на их борту относительно недорогих и несложных сенсоров. Например, Канадский спутник GHGSat для контроля утечек метана. Одним из перспективных вариантов такого сенсора является спектрометр на основе акустооптического фильтра (АОФ). АОФ позволяют достигать спектрального разрешения на уровне долей нанометров [2].

Предполагается, что мониторинг утечек метана будет проводиться с наноспутника методом дифференциальной абсорбционной спектроскопии на основе АОФ. Данная работа посвящена выбору и обоснованию оптимальных спектральных диапазонов регистрации яркости излучения для задачи мониторинга содержания метана в атмосфере Земли, также определению зависимости информационного параметра  $I$  для выбранных длин волн, для заданных величин спектральной ширины АОФ (0.1-0.5нм).

Дифференциальный метод абсорбционной спектроскопии заключается в том, что информация о концентрации исследуемого газа атмосферы извлекается из сравнения двух регистрируемых сигналов в достаточно узком спектральном диапазоне длин волн, одна из которых расположена в линии поглощения газа, а вторая лежит в области или слабого, или полного отсутствия поглощения.

Основой математического моделирования являлась модель сигнала, регистрируемого спектрометром, установленным на ИСЗ и спектр поглощения метана и других атмосферных газов.

Спектральные данные поглощения метана и других атмосферных газов для разных ширин АФ спектрального прибора в атмосферных моделях U.S. Tropical Model и U.S. Sub Arctic Winter Model получены с использованием открытого онлайн ресурса HITRAN on the Web. Далее спектры рассчитаны и моделированы на программе обеспечения Matlab. В моделировании используются выражения, описывающие величины яркости уходящего излучения и регистрируемого спектрометром, в спектральном диапазоне около 1,65мкм. Для обнаружения выбросов метана используем информационный параметр  $I$ , равный отношению регистрируемой яркости в двух спектральных диапазонах с центральными длинами волн  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ . Оптимальные пары длин волн регистрации яркости излучения  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  были рассчитаны по критерию  $S(\lambda_1, \lambda_2)$ , обеспечивающему наибольшую чувствительность сенсора к интегральному содержанию метана и наименьшую чувствительность сенсора к интегральному содержанию остальных атмосферных газов. Исходя из полученных оптимальных выбранных волн посчитаны величины информационного параметра  $I$ .

Таким образом, по результатам моделирования выбраны оптимальные пары спектральных диапазонов регистрации для разных ширин аппаратной функции измерительного оборудования и моделей атмосферы. Среди них при спектральной ширины 0.1нм, для U.S. Tropical Model  $\lambda_1=1645,55\text{нм}$ ,  $\lambda_2=1644,18\text{нм}$ , а для U.S. Sub Arctic Winter Model  $\lambda_1=1645,55\text{нм}$ ,  $\lambda_2=1644,59\text{нм}$ . Показано, что выбор оптимальной пары спектральных диапазонов регистрации яркости излучения определяется шириной аппаратной функции измерительного оборудования, и крайне незначительно зависит от используемой модели атмосферы. Проведено моделирование информационного параметра  $I$ , с помощью которого можно определять концентрацию метана в атмосфере по результатам измерения яркости в двух спектральных каналах.

#### Список литературы

1. Jacob D.J., Turner A.J., Maasackers J.D., Sheng J., Sun K., Liu X., Chance K., Aben I., McKeever J., Frankenberg C. Satellite observations of atmospheric methane and their value

for quantifying methane emissions // Atmos. Chem. Phys. 2016. V. 16, № 22. pp. 14371–14396.

2. Dlugokencky E.J., Nisbet E.G., Fisher R., Lowry D. Global atmospheric methane: Budget, changes and dangers // Philos. Trans. R. Soc. A Math. Phys. Eng. Sci. 2011. V. 369, № 1943. pp. 2058–2072.

## УДК 621

### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВТУЛКИ ПОДШИПНИКОВОЙ

Тань Я., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ  
tany09\_02@foxmail.com

Научный руководитель: Панина Л.В., ст.преподаватель  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Поставлена задача разработки технологии изготовления деталей «Втулка подшипниковая» для их последующего серийного производства. Втулка подшипниковая представляет собой плоский элемент с вращающейся поверхностью, выполняет защитные функции, обеспечивает надежность важных частей изделия, имеет равномерно расположенные отверстия для крепления в корпусах механизмов или узлах с помощью болтов или шпилек, имеет сопрягаемую поверхность, используемую для установки в корпусе механизма и для установки в нем других деталей, таких, как подшипники.

Деталь – втулка подшипниковая, изготовлена из стали 40Х. Программа выпуска деталей составляет 2000 штук. ( $N = 2000$  шт.)

Исходя из данных предприятий, при обработке деталей типа “Корпус подшипника” удельная трудоемкость  $q_k = 8 \frac{\text{мин}}{\text{кг}}$ . Рассчитываем трудоёмкость обработки детали весом  $Q_d = 2,98$  кг:

$$T_{\text{шт-к}} = q_k \cdot Q_d = 8 \times 2,98 = 23,84 \text{ мин.}$$

Исходя из опыта предприятия, предварительно определяем, что технологический процесс (ТП) детали типа “Втулка подшипниковая” содержит 6 механообрабатывающих операций, поэтому средняя продолжительность операций

$$t_{\text{шт-к ср}} = \frac{23,84}{6} = 3,97 \text{ мин}$$

Такт выпуска деталей определяется по формуле  $t_b = \frac{60\Phi_d}{N}$ ,

где  $\Phi_d$  – фонд времени в планируемый период, ч;

$N$  – годовой объем выпуска деталей.

При двухсменном режиме работы при использовании станков весом от 1 до 10 т  $\Phi_d = 4015$  ч., годовая программ 2000 шт. Тогда

$$t_b = \frac{60 \cdot 4015}{2000} = 120,45 \text{ мин}$$

Рассчитываем коэффициент закрепления операции при обработке втулок подшипников:

$$K_{3.0} = \frac{t_b}{t_{\text{шт-к ср}}} = \frac{120,45}{3,97} = 30,3$$

Так как  $20 \leq K_{3.0} = 30,3 \leq 40$ , оптимальный тип производства мелкосерийный, но близкий к среднесерийному. Это позволяет использовать штампованные или литые исходные заготовки при больших перепадах диаметров (более 10-20 мм)[1].

Материал детали – сталь 40Х. При среднесерийном производстве предпочтительный способ получения исходной стальной заготовки – штамповка с получением контура исходной заготовки близкого к контуру детали, т.к. имеется большой перепад диаметров наружных поверхностей (Ø130 и Ø80). Наличие двух соосных центральных отверстий достаточно большого диаметра (Ø58 и Ø35) вынуждает при штамповке выполнять прошивку этих отверстий для экономии материала и уменьшения времени на обработку этих отверстий.

Маршрут технологии изготовления детали типа «Втулка подшипниковая» включает в себя 7 операций [2].

Операция 010 (токарная). Закрепляем заготовку в трёхкулачковом патроне за наружную поверхность и обтачиваем торец, растачиваем центральное отверстие сначала начерно, а затем по девятому качеству, растачиваем фаску, обтачиваем наружную поверхность буртика.

Операция 015 (токарная). Закрепляем заготовку на разжимной оправке за поверхность отверстия Ø54,2Н9, обработанного на первой операции, обтачиваем торец, наружную поверхность, канавку, фаску.

Операция 020 (сверлильная). Устанавливаем заготовку в корпус сверлильного приспособления, сверху устанавливаем на заготовку кондукторную плиту, поочередно сверлим 4 отверстия диаметром 10 мм на проход, снимаем плиту с заготовки и зенкеруем эти отверстия до диаметра 13 мм на глубину 8 мм.

Операция 025 (термическая). Закаляем и отпускаем до HRC от 42 до 46.

Операция 030 и 035 (чистовая). Шлифуем наружную поверхность и центральное отверстие до седьмой степени точности.

Таким образом, в ходе проектирования был составлен технологический процесс для мелкосерийного производства детали «Втулка подшипниковая» количеством 2000 штук в год. Был выполнен размерный анализ техпроцесса. В работе был выбран оптимальный вид заготовки, рассчитаны её размеры, выбрана технологическая оснастка.

#### Список литературы

1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. М.: ООО ИД «Альянс», 2007. 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учеб. пособие. Томск: Изд. ТПУ, 2006. 100 с.

#### УДК 629.785

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПАССИВНОЙ СИСТЕМЫ ЭВТИ (ЭКРАННО-ВАКУУМНАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ) ДЛЯ ЛУННОГО МОДУЛЯ ФОРМОЙ СКРУГЛЕННОГО КОНУСА**

Чжун Ц., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

zzr01pavel@gmail.com

Научные руководители: Габова Н.И., доцент,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Зарубин В.С., ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Леонов В.В., д.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Термин «тепловой режим» объясняется как организованный энергомассообмен между средой и конструкцией, обеспечивающий заданное температурное состояние всех

ее частей, а также требуемую влажность и подвижность самой среды. Тепловой режим конструкции может быть реализован различными способами. Перспективными в настоящее время можно считать следующие технологии терморегулирования космического аппарата (КА): экранно-вакуумную теплоизоляцию (ЭВТИ), тепловые трубы, жидкостные и двухфазные контуры, термоэлектрическое охлаждение [1]. ЭВТИ, являясь наиболее эффективным средством для ограничения теплового потока в вакууме, нашла широкое применение в составе средств терморегулирования космических аппаратов. Так как ЭВТИ закрывается значительная часть внешней поверхности корпуса КА, то на уровне теплового анализа КА требуется точная оценка теплового потока, прошедшего через ЭВТИ [2].

ЭВТИ по сути является многослойным покрытием из металлической фольги. Между слоями покрытия кроме сотовой рамки для силовой поддержки создается вакуум, где абсолютно не происходит конвекции, почти не происходит теплопроводности, и остается лишь маленькая доля теплообмена с учетом наличия излучения.

Задача обеспечения требуемого температурного режима состоит в принудительном поддержании температур элементов КА в заданном диапазоне. Например, для большинства компонентов электроники необходимо обеспечить диапазон  $-10...+45$  °С. Двигатели приводов работают в диапазоне температур  $0...+50$  °С [3].

Имеется актуальное значение, чтобы проектировать пассивную систему обеспечения теплового режима (СОТР) типа ЭВТИ для научно-исследовательской экспедиции на поверхности других небесных тел, в том числе Луна, на которую постоянно сосредоточивается огромный научный интерес технических учреждений держав в космической области. Характерным КА для пилотируемой посадки на Луну является лунный модуль, снабжаемый кабиной управления, шасси и рядом бортовых приборов для проведения научного исследования. Все функциональные группы работают только при нормальном термическом условии, регулируемом СОТР.

Для выполнения задачи необходимы исходные данные по материаловедению и общей конструкции КА. Подробно рассматривается случай, когда излучающая способность фольги ЭВТИ и оболочки кабины составляют 0,05 и 0,95 отдельно. Допустим, что днище КА идеально теплоизолированное. Форма кабины описывается как усеченный конус малым радиусом верхнего сечения 0,2 м, большим – 2,3 м, высотой 2,5 м, с которым по касательной спрягается сферический купол сверху. Количество экипажа – трое, и выделяемая мощность каждого космонавта составляет 160 Вт. Поглощательной способностью поверхности КА по отношению к солнечным лучам принято считать 0,18. Расчеты выполнить для периода пребывания аппарата на Луне в течение 21 земных суток, считая от рассвета. Температура внутри кабины должна поддерживаться равной 297 К (24 °С). Опыт астрономического наблюдения показывает, что в период лунного дня температура лунной поверхности изменяется в соответствии с эмпирической формулой  $T_m = 373,5 \sin^{1/6}(\beta_s)$ , где  $\beta_s$  – угол между направлением на Солнце и горизонталью (угол возвышения Солнца).

Решение к заданию излагается по следующей схеме: 1) определить выражение результирующего потока излучения, характерное для конструкции ЭВТИ. 2) найти соотношение косинуса угла между направлением на Солнце и внешней нормалью к поверхности участка через скалярное произведение единичных векторов. 3) разбить конфигурацию кабины на усеченный конус и сферическую часть и выразить полученную мощность излучения конечным элементом поверхности соответственно в полярной и сферической системе координат для двойного интеграла. 4) проинтегрировать по рассматриваемому промежутку времени и скале изменяющегося диффузного среднего углового коэффициента, определяющего долю собственного излучения лунной

поверхности, падающей на рассматриваемый участок поверхности модуля. 5) приравнять закон сохранения энергии за счет входящего в систему результирующего потока и выделяемой из кабины энергии. 6) с учетом ограниченной подачи солнечной энергии для заряда аккумулятора минимизировать компенсационную составляющую, обеспечиваемую активной СОТР. 7) зафиксировать число слоев покрытия  $n$ .

На основе вышесказанного анализа делается вывод, что при  $n = 1$  все технические требования успешно выполнены и массовые характеристики улучшены с точки зрения облегчения конструкции. В рассматриваемом случае требуемая компенсационная энергия из активной СОТР оптимизирована (4100 Дж).

#### Список литературы

1. Ермиенко И.Ю., Кирбижекова В.В. Анализ современного состояния развития систем терморегулирования космического аппарата // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2018. № 14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennogo-sostoyaniya-razvitiya-sistem-termoregulirovaniya-kosmicheskogo-apparata> (Дата обращения 29.04.2023)..
2. Юртаев Е.В., Убиенных А.В., Колесников А.П. Упрощенная тепловая математическая модель многослойной экранно-вакуумной тепловой изоляции // Решетневские чтения. 2014. № 18. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uproschennaya-teplovaya-matematicheskaya-model-mnogosloynnoy-ekranno-vakuumnoy-teplovoy-izolyatsii> (Дата обращения 29.04.2023).
3. Малоземов В.В. Тепловой режим космических аппаратов. М.: Машиностроение, 1980. 232 с.

#### УДК 62-1/-9

#### КОНСТРУКЦИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ШЛИЦЕВ НА ВАЛУ

Ян Ц., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ  
yangjiayu929@gmail.com

Научные руководители: Дюстер Е.А., к.ф.н., доц.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Коровин В.В., к.т.н., доц.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Шлицы часто присутствуют при производстве деталей вала. Обычно мы выбираем станки с ЧПУ для производства, потому что это удобно и быстро. Шлицевые валы широко используются в различных механических устройствах для передачи крутящего момента. В массовом производстве шлицы фрезеруются в основном с помощью шлицевых фрез или червячных передач на шлицефрезерных станках. В случае штучного или мелкосерийного производства необходимо найти простой метод обработки, который можно применять на обычном фрезерном станке [1].

Цель, которую мы преследовали, заключалась в разработке специального приспособления для шлицевых валов на обычном фрезерном станке.

Рассмотрим конкретный случай. Ввиду отсутствия возможности опубликовать чертежи дадим подробное описание способа крепления обрабатываемой детали. В выходном валу редуктора на конце вала имеется шестизубый шлиц. В созданном нами приспособлении заготовка базируется в двух центрах и поджимается задним центром. Поворот заготовки во время обработки детали предотвращается соединительной муфтой

[2].

Причина, по которой шлицы трудно обрабатывать на обычных станках, заключается в том, что положение инструмента нельзя четко отрегулировать. Например, теперь для этого шлица нам нужно точно расположить инструмент в каждой шлицевой канавке.

Поэтому мы добавили диск в приспособление и зафиксировали его с помощью ползунка. На диске располагаются отверстия через каждые 60 градусов – всего шесть отверстий. После обработки каждой шлицевой канавки переходим к следующему отверстию и снова фиксируем диск ползунком. Затем фреза подается для резания. Вот, собственно, и весь процесс шлицевой резки [2].

Также мы проверили прочность приспособления. Для этого была рассчитана сила резания, что позволило обеспечить надежность приспособления.

Кроме того, следует отметить, что, для того чтобы гарантировать точность вращения деталей, необходимо рассчитать прочность на трение муфты.

Таким образом, с опорой на детальный анализ технологического процесса обработки шлицевого вала нами на практике было успешно реализовано приспособление для обработки шлицев на валу.

#### Список литературы

1. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. В 2-ч т.: Т. 1 / под ред. А.Д. Локтев, И.Ф. Гущин, В.А. Батуев. М.: Машиностроение, 1991. 640 с.
2. Аверьянов И.Н., Болотеин А.Н. Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учеб. пособие. Рыбинск: РГАТА, 2010. 220 с.

## СЕКЦИЯ «АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК»

### УДК 338.45

### ПРОБЛЕМЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ ЛИТОГРАФИИ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Анкудинов А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

teploobmen@hotmail.com

Научный руководитель: Быковская Л.И., к.т.н., доцент,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

В современных условиях стремительного развития микроэлектроники на первый план выходит задача уменьшения размеров элементов интегральных микросхем. За 50 лет проектные нормы производства микросхем уменьшились с 10 мкм до размеров порядка 20 нм [1]. Единственной технологией промышленного масштаба, позволяющей достигать такой разрешающей способности, является *экстремальная ультрафиолетовая литография* или *ЭУФ литография*.

Метод ЭУФ литографии заключается в создании требуемой геометрии интегральных микросхем (их активных областей, контактов, соединений и т.д.) путем воздействия излучения с длиной волны 13,5 нм на фоторезист (фоточувствительный материал), нанесенный на подложку. При этом свойства фоторезиста изменяются только в нужных местах благодаря прохождению излучения через фотошаблон. Таким образом формируется требуемая топология микросхемы.

Целью нашего исследования являлось рассмотрение возможности и целесообразности быстрого импортозамещения технологии ЭУФ литографии в России. Оценка такой возможности была проведена на основании опыта компании ASML.

Мировым лидером по производству фотолитографических машин на сегодняшний день является нидерландская компания ASML. Ей принадлежит порядка 70 % рынка, а минимальное отставание прямых конкурентов в технологии ЭУФ литографии составляет 10 лет. Поэтому ASML считается монополистом в своей области.

Технология литографии в экстремальном ультрафиолете была создана и доведена до промышленных масштабов самой нидерландской компанией. За сорокалетнюю историю развития ASML зарегистрировала более 29 000 патентов и опубликовала большое количество статей в области литографии. Согласно годовому отчету, расходы на исследования и разработки за 2022 год составили 3,5 млрд долларов [2]. Компания ASML на начальных этапах привлекала многомиллиардные инвестиции таких известных компаний, как Intel, Nikon, Philips.

Стоит отметить, что высокотехнологичные машины ASML также состоят из узлов и частей, которые сама нидерландская компания не производит. Так, например, чтобы создать ЭУФ излучение с длиной волны 13,5 нм, применяют высокотемпературную плазму на основе олова. Генерация плазмы осуществляется посредством интенсивного лазерного излучения с частотой 50 000 импульсов в секунду. За производство подобных мощных лазеров отвечает партнер нидерландского холдинга – TRUMPF. Другим сложным элементом установки для ЭУФ литографии является оптическая система, состоящая из серии прецизионных зеркал. Производство таких зеркал – ноу-хау немецкой фирмы Carl Zeiss AG. То есть успех ASML основан в том числе и на сотрудничестве с компаниями, обладающими передовыми технологиями.



Осенью 2022 года стало известно, что в Институте прикладной физики Российской академии наук (ИПФ РАН) «ведется разработка первой отечественной установки литографии для производства микроэлектроники по современным технологическим процессам». Сообщается, что к 2028 году производство российских ЭУФ систем будет выведено на полноценный промышленный уровень. Рассмотрим некоторые трудности, с которыми разработчики могут столкнуться в ближайшее время.

Во-первых, как было показано на примере компании ASML, необходимым условием для подобных разработок является финансирование. Несмотря на тот факт, что правительство прилагает усилия для решения существующей проблемы «чиповой достаточности» и уже увеличило финансирование госпрограммы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности» до 71 млрд руб (в 1,8 раза больше по сравнению с прошлым годом) [3], этих вложений недостаточно для создания уровня технологий, которого ASML достигла за десятки лет привлечения еще больших инвестиций.

Более того, отечественный разработчик может оказаться в условиях отсутствия сотрудничества с зарубежными компаниями, которые обладают необходимыми передовыми технологиями. Хотя некоторые узлы будущей установки можно получить и при существующем уровне разработок, большинство технологий ближайшее десятилетие может быть недоступно отечественному производителю. Т.е. сотрудничество с зарубежными партнерами является необходимым условием для успешного создания установок ЭУФ литографии в России.

Наконец, появляется вопрос о целесообразности создания отечественной ЭУФ установки. Ограниченность применения подобных машин в нашей стране (оборонная промышленность, специальные цели) будет обуславливать их единичное производство. А значит и стоимость такой установки будет выше.

Таким образом, создание машин для ЭУФ литографии – комплексная задача, при решении которой нужно двигаться поэтапно. В условиях достаточного финансирования, а также при сотрудничестве с зарубежными компаниями у отечественного производителя есть возможность создавать ЭУФ системы в единичных экземплярах. Однако потребуются не одно десятилетие, чтобы вывести производство на промышленный уровень.

#### Список литературы

1. Салащенко Н.Н., Чхало Н.И. Проект изготовления российского ЭУФ-нанолиитографа для производства СБИС по технологическим нормам 22 нм // Известия РАН. Серия физическая. 2011. Т. 75. № 1. С. 49–53.
2. 2022 Annual report / ASML Holding N.V. Veldhoven. 2022. 317 p.
3. Правительство продлило и расширило программу льготного кредитования производителей электроники. // Правительство России: URL: <http://government.ru/news/47652/> (Дата обращения 10.04.2023).

#### UDC 338.45

#### CURRENT CHALLENGES FOR EXTREME ULTRAVIOLET LITHOGRAPHY IN RUSSIA

Ankudinov A.A., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Power Engineering»

teploobmen@hotmail.com

Supervisor: Bykovskaya L.I., C.Sc.E., Associate Professor,

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Linguistics»

Reducing the size of integrated circuit elements is a primary problem in the modern development of microelectronics. According to Moore's empirical law, the number of transistors

in an integrated circuit doubles every 24 months and their size decreases at the same rate. Indeed, the design standards for the production of microcircuits have decreased from 10  $\mu\text{m}$  to 20 nm over 50 years of microelectronics development [1]. *Extreme ultraviolet lithography (EUV lithography)* is the only technology that can achieve this resolution, particularly on an industrial scale.

EUV lithography involves creating the required geometry of integrated circuits (active regions, contacts, connections, etc.) by exposing a photoresist (photosensitive material) deposited on a substrate to radiation with a wavelength of 13.5 nm. Thus, the properties of the photoresist change only at the desired spots owing to the passage of radiation through the photomask. That is how the required topology of the microcircuit is formed.

The purpose of our investigation was to review the possibility and expediency of rapid import substitution for EUV lithography technology in Russia. This possibility was considered based on the experience of the foreign company called ASML.

The world leader in the production of photolithographic machines today is the Dutch company, ASML. It owns approximately 70 % of the market, and the minimum gap between direct competitors in EUV lithography technology is at least 10 years. Therefore, ASML is considered to hold a monopoly in the field.

Lithography in extreme ultraviolet was created and brought to an industrial scale by the Dutch company itself. During its forty-year history of development, ASML registered over 29 000 patents and published an enormous number of articles in the field of lithography. According to an annual report, research and development expenses for 2022 were 3.5 billion dollars [2]. Needless to say that at the initial stages of development, ASML attracted significant investments (from well-known companies such as Intel, Nikon, and Philips).

It is worth noting that cutting-edge ASML machines consist of numerous components and junctions that the Dutch company does not manufacture itself. For instance, to create EUV radiation with a wavelength of 13.5 nm, high-temperature plasma based on tin is used. Plasma is generated by intense laser radiation with a frequency of up to 50,000 pulses per second. The ASML partner TRUMPF is responsible for the production of such high-power lasers. Another complex component of the EUV lithography setup is the optical system. It consists of a series of precise mirrors, and the production of such mirrors is the procedural knowledge of the German company, Carl Zeiss AG. Thus, among other things, the success of ASML is based on cooperation with other companies that have advanced technologies.

At the end of 2022, it became known that the Institute of Applied Physics of the Russian Academy of Science (IAP RAS) was developing "the first domestic EUV lithography setup" that would use modern technological processes. Currently, a demonstration sample of that lithography system has been created, and some results with a resolution up to the limiting 7 nm have been achieved. IAP researchers also hope that by 2024, they will have created the alpha version of the machine, and by 2028, the final industrial version will have been achieved [3]. Let us consider some of the difficulties that developers may face in the near future.

First, as was shown in the case of ASML, funding is a necessary condition for the development of this level. The government is making efforts to solve the existing problem of "chip self-sufficiency" and has already increased funding for the state program of electronics development to 71 billion rubles (1.8 times more than the previous year). But these investments may still not be enough to create the appropriate level of technology.

In addition, Russian developers may find themselves in the absence of cooperation with foreign companies that have advanced technologies necessary to create a EUV machine. Although some junctions of the future EUV setup can be obtained even with the current level of development, most of the necessary technologies may not be available to a domestic

manufacturer for the next decade. Thus, cooperation with foreign partners is currently a crucial requirement in our view for the successful creation of a EUV lithography machine.

Eventually, the question of expediency in creating a domestic EUV setup arises. The limited use of such machines in our country (arms industry or special purposes) will determine their one-off production. This means that the cost of a domestic setup for EUV lithography will be higher.

In conclusion, the creation of machines for EUV lithography is a complex task that requires step-by-step progress. Under conditions of sufficient funding, as well as in cooperation with foreign companies, domestic manufacturers have the opportunity to create photolithographic machines, especially in single copies. However, it will take more than a decade to bring production to industrial scales.

#### References

1. Салашенко Н.Н., Чхало Н.И. Проект изготовления российского ЭУФ-нанолиитографа для производства СБИС по технологическим нормам 22 нм // Известия РАН. Серия физическая. 2011. Т. 75. № 1. С. 49–53.
2. 2022 Annual report / ASML Holding N.V. Veldhoven. 2022. 317 p.
3. Правительство продлило и расширило программу льготного кредитования производителей электроники. // Правительство России: URL: <http://government.ru/news/47652/> (Дата обращения 10.04.2023).

#### УДК 004.8

### **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ДРУГ ИЛИ ПОМОЩНИК: СОЦИАЛЬНЫЙ ПРОТИВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО**

Блинков Н.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

[blinknikita505@yandex.ru](mailto:blinknikita505@yandex.ru)

Полунин С.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

[se.polunin@gmail.com](mailto:se.polunin@gmail.com)

Научный руководитель: Куняева М.Ю., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Искусственный интеллект (ИИ) - это термин, используемый для описания способности машин демонстрировать человекоподобный интеллект, например, понимание человеческой речи, продвинутые поисковые системы в Интернете и самоуправляемые автомобили [1]. Поскольку ИИ стал частью повседневной жизни 77% американцев, то, как люди взаимодействуют с ИИ, стало важной темой для изучения. Джихьон Ким, Келли Меррилл, Чад Коллинз поставили перед собой цель сравнить и сопоставить функциональный ИИ, предназначенный для помощи в решении повседневных задач, и социальный ИИ, такой как чат-боты и интеллектуальные персональные помощники.

Функциональный ИИ предназначен для помощи в достижении конкретных целей, таких как повышение эффективности или принятие решений на основе данных. Он играет важнейшую роль в предоставлении рекомендаций или выводов, основанных на анализе данных. Функциональный ИИ может использоваться в таких областях, как компьютерное зрение и распознавание текста, где он может обрабатывать и анализировать большие объемы данных с большей точностью и эффективностью, чем человек. Беря на себя рутинные задачи, функциональный ИИ высвобождает время для людей, чтобы они могли

сосредоточиться на задачах более высокого уровня, таких как стратегическое планирование или творческое мышление [2].

Социальный ИИ, с другой стороны, является развивающейся областью, которая фокусируется на создании ИИ, способного взаимодействовать с людьми более естественным, социальным образом. Этот тип ИИ предназначен для понимания и реагирования на человеческие эмоции, социальные сигналы и язык, что делает его способным участвовать в разговорах, которые больше похожи на взаимодействие между людьми. Примерами социального ИИ являются чат-боты и интеллектуальные персональные помощники, такие как Siri или Alexa [2]. Социальный ИИ способен изменить то, как мы взаимодействуем с технологиями и друг с другом. Создавая ИИ, способный понимать человеческие эмоции и социальные сигналы, мы сможем разработать более естественные и осмысленные взаимодействия с машинами.

Концепция "Компьютеры как социальные актеры" (CASA) предполагает, что люди применяют к компьютерам те же социальные эвристики, которые используются для взаимодействия с людьми, благодаря схожим социальным характеристикам. Например, исследования 1996 и 2001 годов показали, что люди с доминирующей личностью предпочитают компьютеры, которые также обладают "доминирующей личностью", то есть компьютер использует сильную, напористую речь во время выполнения задач. Однако исследование показало, что люди выражают более сильное восприятие полезности функционального ИИ по сравнению с социальным ИИ, что приводит к более позитивному восприятию функционального ИИ [3]. Это говорит о том, что социальный ИИ в настоящее время недооценен, но из-за его популярности в андеграундных сообществах существует необходимость расширить наше понимание взаимодействия человека и ИИ в различных контекстах.

Модель медиации восприятия ИИ, которую мы использовали в нашей работе, проливает свет на то, как отношение к ИИ может повлиять на его использование. Отношение - это эмоциональные и аффективные реакции, которые люди испытывают по отношению к технологиям, и они могут оказать значительное влияние на принятие новых технологий. Воспринимаемая полезность означает, насколько практичной воспринимается технология в повседневном взаимодействии. Результаты нашего исследования показывают, что люди склонны более позитивно относиться к функциональному ИИ и воспринимать его полезность по сравнению с социальным ИИ. Функциональный ИИ рассматривается как очень практичный и полезный в этих контекстах, что повышает его воспринимаемую полезность и приводит к положительному отношению к нему.

Подводя итог, можно сказать, что в настоящее время функциональный ИИ имеет более широкое применение, чем социальный ИИ, и это влияет на воспринимаемую полезность в глазах обычных людей. По мере дальнейшего развития технологий функциональный и социальный ИИ будут играть все более важную роль в нашей повседневной жизни. Социальный ИИ способен изменить то, как мы взаимодействуем с машинами, и понимание взаимодействия человека и ИИ в различных контекстах имеет решающее значение для его развития.

#### Список литературы

1. Черногорцева Г.В., Нехамкин В.А. Искусственный интеллект в свете естественного разума // Гуманитарный вестник. 2021. № 2 DOI: 10.18698/2306-8477-2021-2-714.
2. Ben Sheehan Rethinking Politeness in Chatbots: Interesting Research Findings. URL: <https://chatbotsmagazine.com/rethinking-politeness-in-chatbots-interesting-research-findings-6c3a91871e5f> (Accessed 11.03.2023)

3. Kim J., Merrill K., Collins C. AI as a Friend or Assistant: The Mediating Role of Perceived Usefulness in Social AI vs. Functional AI. // *Telematics and Informatics*. 2021. V. 64. pp. 101694. DOI: 10.1016/j.tele.2021.101694.

#### **UDC 004.8**

#### **ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A FRIEND OR ASSISTANT: SOCIAL VS. FUNCTIONAL**

Blinkov N.V., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Science and Humanities»

blinknikita505@yandex.ru

Polunin S.A., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Science and Humanities»

se.polunin@gmail.com

Supervisor: Kunyaeva M.Y., Senior Lecturer

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Linguistics»

Artificial intelligence (AI) is a term used to describe machines' ability to exhibit human-like intelligence, such as understanding human speech, advanced web search engines, and self-driving cars [1]. With AI becoming a part of everyday life for 77% of Americans, the way humans interact with AI has become an important topic of study. Jihyun Kim, Kelly Merrill, Chad Collins aim to compare and contrast functional AI, designed to assist with daily tasks, with social AI, such as chatbots and intelligent personal assistants.

Functional AI is designed to assist with specific goals, such as improving efficiency or making data-driven decisions. It plays a crucial role in providing recommendations or insights that are based on data analysis, helping businesses make more informed decisions. Functional AI can be used in fields like computer vision and text recognition, where it can process and analyze large amounts of data with greater accuracy and efficiency than humans. By taking on mundane tasks, functional AI frees up time for humans to focus on higher-level tasks, such as strategic planning or creative thinking [2].

Social AI, on the other hand, is an emerging field that focuses on creating AI that can interact with humans in a more natural, social way. This type of AI is designed to understand and respond to human emotions, social cues, and language, making it capable of engaging in conversations that feel more like human-to-human interactions. Examples of social AI include chatbots and intelligent personal assistants, such as Siri or Alexa [2]. Social AI has the potential to transform the way we interact with technology and each other. By creating AI that can understand human emotions and social cues, we can develop more natural and meaningful interactions with machines.

The Computers as Social Actors (CASA) concept suggests that humans apply the same social heuristics used for human interactions to computers due to their similar social attributes. For example, research from 1996 and 2001 found that people with dominant personalities preferred computers that also had a 'dominant personality', that is, the computer used strong, assertive language during tasks. However, the study found that people express stronger perceived usefulness for functional AI compared to social AI, leading to a more positive perception of functional AI [3]. This suggests that social AI is currently underrated, but due to its popularity in underground communities, there is a need to expand our understanding of human-AI interaction in diverse contexts.

The mediation model of AI perception that we utilized in our work sheds light on how attitudes towards AI can impact its usage. Attitudes are the emotional and affective responses

that individuals have towards technology, and they can have a significant impact on the adoption of new technologies. Perceived usefulness refers to how practical the technology is perceived to be in everyday interactions. The results of our study suggest that people tend to have more positive attitudes towards and stronger perceived usefulness of functional AI compared to social AI. Functional AI is seen as highly practical and useful in these contexts, which enhances its perceived usefulness and leads to positive attitudes towards it.

To sum up, currently functional AI has broader use than social AI and it affects perceived usefulness in the eyes of ordinary people. As technology continues to advance, functional and social AI will continue to play increasingly important roles in our daily lives. Social AI has the potential to transform the way we interact with machines, and understanding human-AI interaction in diverse contexts is crucial for its development. It is imperative that we expand our understanding of AI and its potential uses to fully realize its benefits in various industries, from business to mental health.

#### References

1. Черногорцева Г.В., Нехамкин В.А. Искусственный интеллект в свете естественного разума // Гуманитарный вестник. 2021. № 2 DOI: 10.18698/2306-8477-2021-2-714.
2. Ben Sheehan Rethinking Politeness in Chatbots: Interesting Research Findings. URL: <https://chatbotsmagazine.com/rethinking-politeness-in-chatbots-interesting-research-findings-6c3a91871e5f> (Accessed 11.03.2023)
3. Kim J., Merrill K., Collins C. AI as a Friend or Assistant: The Mediating Role of Perceived Usefulness in Social AI vs. Functional AI. // Telematics and Informatics. 2021. V. 64. pp. 101694. DOI: 10.1016/j.tele.2021.101694.

#### УДК 004.056

#### **КИБЕРПРЕСТУПНОСТЬ: РАССЛЕДОВАНИЕ, ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ И БОРЬБА В ЭПОХУ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Бутяков М.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»  
imaks8090@gmail.com

Тарасова А.О., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»  
tarasova\_anastasiia11@mail.ru

Научный руководитель: Куняева М.Ю., ст.преподаватель  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Возникновение новых технологий привело к появлению новой эры преступности – киберпреступности. Этот тип преступлений включает использование компьютеров, сетей и интернета для совершения незаконных действий.

Киберпреступники могут атаковать отдельных людей, предприятия и даже правительства. Они могут красть личную информацию, финансовые данные и интеллектуальную собственность. Киберпреступность является растущей угрозой, затрагивающей миллионы людей по всему миру [1].

Киберпреступность относится к любой преступной деятельности, связанной с использованием технологий. Это включает взлом, фишинг, вредоносное ПО и кражу личности.

Киберпреступники используют сложные методы для эксплуатации уязвимостей в компьютерных системах и сетях. Они часто нацеливаются на отдельных лиц или организации с ценными данными или активами.

Аналитика больших данных является мощным инструментом для расследования и предотвращения киберпреступности. Анализируя большие объемы данных, аналитики могут определить закономерности и аномалии, которые могут указывать на преступную деятельность.

Аналитика больших данных также может использоваться для разработки прогнозных моделей, которые помогут предотвратить киберпреступность до ее возникновения [2]. Эта технология становится все более важной по мере роста объема данных, генерируемых цифровыми устройствами.

Искусственный интеллект (ИИ) - еще один мощный инструмент для расследования и предотвращения киберпреступности. Системы ИИ могут анализировать большие объемы данных и определять закономерности, которые могут быть сложными для обнаружения человеком [2].

ИИ также может использоваться для разработки алгоритмов, обнаруживающих и реагирующих на киберугрозы в режиме реального времени. Эта технология имеет потенциал кардинально изменить подход к кибербезопасности.

На глобальном уровне правительства всего мира принимают меры для борьбы с киберпреступностью. Многие страны приняли законы и нормативные акты, криминализирующие кибердействия, такие как взлом и кража личности.

Международные организации, такие как Интерпол и Европол, также работают над координацией усилий по борьбе с киберпреступностью на границах [3]. Однако глобальная природа интернета представляет уникальные вызовы для правоохранительных органов.

Киберпреступность - растущая угроза, затрагивающая физических лиц, предприятия и правительства по всему миру. Использование аналитики больших данных и искусственного интеллекта становится все более важным для расследования и предотвращения киберпреступлений.

Хотя законодательные меры для борьбы с киберпреступностью уже предпринимаются, необходимо сделать больше для решения этой сложной проблемы. На каждом из нас лежит ответственность оставаться бдительными и предпринимать шаги для защиты себя и своих цифровых активов.

#### Список литературы

1. Pawlicka A., Choras M., Pawlicki M., Kozik R. A \$10 million question and other cybersecurity-related ethical dilemmas amid the COVID-19 pandemic. // *Business Horizons*. 2021. № 64(6), pp. 729-734. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2021.07.010>.
2. Shalaginov A. Big Data Analytics and Artificial Intelligence for Cyber Crime Investigation and Prevention. // *Future Generation Computer Systems*. 2020. № 109, pp. 702-703. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.future.2020.04.007>.
3. Nykodym N., Taylor R. The world's current legislative efforts against cyber crime. // *Computer Law & Security Review*. 2004. № 20(5), pp. 390-395. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0267-3649\(04\)00070-6](https://doi.org/10.1016/S0267-3649(04)00070-6).

**UDC 004.056****CYBERCRIME: INVESTIGATING, PREVENTING, AND COMBATING IN THE DIGITAL AGE**

Butyakov M.S., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Science and Humanities»  
imaks8090@gmail.com

Tarasova A.O., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Science and Humanities»  
tarasova\_anastasiia11@mail.ru

Supervisor: Kunyaeva M.Y., Senior Lecturer

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Linguistics»

The rise of technology has brought about a new era of crime – cybercrime. This type of crime involves the use of computers, networks, and the internet to commit illegal activities.

Cybercriminals can attack individuals, businesses, and even governments. They can steal personal information, financial data, and intellectual property. Cybercrime is a growing threat that affects millions of people worldwide [1].

Cybercrime refers to any criminal activity that involves the use of technology. This includes hacking, phishing, malware, and identity theft.

Cybercriminals use sophisticated techniques to exploit vulnerabilities in computer systems and networks. They often target individuals or organizations with valuable data or assets.

The Big data analytics is a powerful tool for investigating and preventing cybercrime. By analyzing large amounts of data, analysts can identify patterns and anomalies that may indicate criminal activity.

Big data analytics can also be used to develop predictive models that can help prevent cybercrime before it occurs [2]. This technology is becoming increasingly important as the volume of data generated by digital devices continues to grow.

Artificial intelligence (AI) is another powerful tool for investigating and preventing cybercrime. AI systems can analyze large amounts of data and identify patterns that may be difficult for humans to detect [2].

AI can also be used to develop algorithms that detect and respond to cyber threats in real-time. This technology has the potential to revolutionize the way we approach cybersecurity.

On the global scale, Governments around the world are taking action to combat cybercrime. Many countries have enacted laws and regulations that criminalize cyber activities such as hacking and identity theft.

International organizations such as Interpol and Europol are also working to coordinate efforts to combat cybercrime across borders [3]. However, the global nature of the internet presents unique challenges for law enforcement agencies.

Cybercrime is a growing threat that affects individuals, businesses, and governments worldwide. The use of big data analytics and artificial intelligence is becoming increasingly important in investigating and preventing cybercrime.

While legislative efforts are underway to combat cybercrime, more needs to be done to address this complex issue. It is up to all of us to remain vigilant and take steps to protect ourselves and our digital assets.



## References

1. Pawlicka A., Choras M., Pawlicki M., Kozik R. A \$10 million question and other cybersecurity-related ethical dilemmas amid the COVID-19 pandemic. // Business Horizons. 2021. № 64(6), pp. 729-734. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2021.07.010>.
2. Shalaginov A. Big Data Analytics and Artificial Intelligence for Cyber Crime Investigation and Prevention. // Future Generation Computer Systems. 2020. № 109, pp. 702-703. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.future.2020.04.007>.
3. Nykodym N., Taylor R. The world's current legislative efforts against cyber crime. // Computer Law & Security Review. 2004. № 20(5), pp. 390-395. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0267-3649\(04\)00070-6](https://doi.org/10.1016/S0267-3649(04)00070-6).

**УДК 316.612****ВЛИЯНИЕ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ ВИДЕОИГР FPS НА ЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ НАВЫКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Васютинская Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»  
darijja@mail.ru

Жабинская В.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»  
zhabinskayavictoria@gmail.com

Научный руководитель: Куняева М.Ю., ст.преподаватель  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Соревновательные шутеры от первого лица (FPS – First-Person Shooter) стали популярными видеоиграми, привлекающими миллионы игроков по всему миру [1]. Одной из основных причин этого является то, что эти игры обеспечивают быструю игру, где игроки сражаются с оппонентами, чтобы достичь своих целей. Однако эти игры не только для развлечения, так как исследования показали, что они могут оказывать значительное влияние на навыки принятия решений.

Способность принимать быстрые и точные решения – это важный аспект когнитивных способностей человека, который влияет на различные аспекты повседневной жизни, такие как решение проблем, постановка целей и оценка рисков. Соревновательные игры FPS требуют от игроков быстрых и точных решений в условиях высокого давления. Игроки должны быстро анализировать информацию, формулировать стратегии и принимать решения в доли секунды, чтобы перехитрить своих оппонентов.

Соревновательные игры FPS – это многопользовательские игры, в которых игроки соревнуются друг с другом в симулированных боевых ситуациях. Игроки обычно выбирают персонажей или аватар, и им необходимо работать вместе со своими командами, чтобы победить противоположную команду. Эти игры требуют от игроков быстрых решений и реагирования на изменения в окружающей среде в режиме реального времени. Примеры популярных игр FPS включают Call of Duty, Counter-Strike и другие [1].

Несмотря на некоторые противоречивые исследования, потенциальные преимущества игры в соревновательные игры FPS на когнитивные способности принятия решений являются значительными [2]. Эти игры могут улучшить когнитивную гибкость, рабочую память, реакцию и способность игнорировать отвлекающие факторы и фокусироваться на значимой информации. Эти навыки важны для многих аспектов жизни, таких как вождение, спорт и учебная деятельность.

Однако также важно учитывать потенциальные недостатки игры в конкурентные видеоигры от первого лица. Эти игры могут вызвать зависимость, а чрезмерная игра может привести к социальной изоляции, плохому сну и уменьшенной физической активности. Кроме того, игра в эти игры может привести к увеличению агрессии и импульсивности, что может иметь негативные последствия в некоторых ситуациях [3].

Игровая индустрия также стала более разнообразной в терминах доступных игр, от простых мобильных игр до сложных и высокореалистичных игр, таких как конкурентные видеоигры от первого лица. Более того, игры все чаще используются в образовании, здравоохранении и других областях, чтобы улучшать обучение, улучшать когнитивные навыки и помогать в реабилитации.

В целом влияние конкурентных видеоигр от первого лица на способность человека принимать решения является сложным и многоаспектным. В то время как видеоигры могут принести много пользы, чрезмерная игра может иметь негативные последствия для физического и психического здоровья. Поэтому очень важно подходить к этим играм умеренно и сбалансировать игры с другими видами деятельности, которые способствуют здоровому физическому, умственному и социальному развитию. Таким образом, люди могут потенциально извлечь выгоду из положительного влияния соревновательных видеоигр FPS на их навыки принятия решений, сводя к минимуму негативные последствия.

В заключение, хотелось бы сказать, что видеоигры продолжают оставаться важной частью нашей культуры и общества в будущем. Однако важно относиться к играм ответственно и сбалансированно, а также понимать, что видеоигры — это только одна из многих деятельностей, способствующих здоровому и насыщенному образу жизни.

#### Список литературы

1. Steam Charts - Most played FPS games – SteamDB. URL: <https://steamdb.info/charts/?tagid=1663> (Accessed 06.05.2023).
2. Reynaldo C., Christian R., Hosea H., Gunawan A.S.A. Using Video Games to Improve Capabilities in Decision Making and Cognitive Skill: A Literature Review. URL: [https://www.researchgate.net/publication/349489852\\_Using\\_Video\\_Games\\_to\\_Improve\\_Capabilities\\_in\\_Decision\\_Making\\_and\\_Cognitive\\_Skill\\_A\\_Literature\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/349489852_Using_Video_Games_to_Improve_Capabilities_in_Decision_Making_and_Cognitive_Skill_A_Literature_Review) (Accessed 06.05.2023).
3. Curcio G. Exposure to Video Games and Decision Making. URL: [https://www.researchgate.net/publication/317873009\\_Exposure\\_to\\_Video\\_Games\\_and\\_Decision\\_Making](https://www.researchgate.net/publication/317873009_Exposure_to_Video_Games_and_Decision_Making) (Accessed 06.05.2023).

#### UDC 316.612

#### THE IMPACT OF COMPETITIVE FPS VIDEO GAMES ON HUMAN'S DECISION-MAKING SKILLS

Vasiutinskaya D.A., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Science and Humanities»  
dariijaa@mail.ru

Zhabinskaya V.S., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Science and Humanities»  
zhabinskayavictoria@gmail.com

Supervisor: Kunyaeva M.Y., Senior Lecturer

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Linguistics»

Competitive First-Person Shooter (FPS) video games have gained immense popularity over the years, attracting millions of players worldwide [1]. One of the primary reasons for this

is that these games provide fast-paced gameplay, where players engage in intense battles with opponents to accomplish their objectives. However, these games are not just for entertainment purposes as research has suggested that they may have a significant impact on a person's decision-making skills.

The ability to make quick and accurate decisions is a critical aspect of human cognition that influences various aspects of daily life, such as problem-solving, goal-setting, and risk assessment. Competitive FPS video games require players to make quick and accurate decisions under high-pressure situations. Players must analyze information rapidly, formulate strategies, and make split-second decisions to outsmart their opponents.

Competitive FPS video games are multiplayer games where players compete against each other in simulated combat situations. Players are usually assigned a character or avatar, and they must work together with their teammates to defeat the opposing team. These games require players to make quick decisions and react to changes in their environment in real time. Examples of popular FPS games include Call of Duty, Counter-Strike, and so on [1].

Despite some conflicting research, the potential benefits of playing competitive FPS video games on decision-making skills are significant [2]. These games can improve cognitive flexibility, working memory, reaction times, and the ability to ignore distractions and focus on relevant information. These skills are critical for many aspects of life, such as driving, sports, and academic performance.

However, it is also crucial to consider the potential drawbacks of playing competitive FPS video games. These games can be addictive, and excessive playing can lead to social isolation, poor sleep, and decreased physical activity. Additionally, playing these games can lead to increased aggression and impulsivity, which could have negative consequences in certain situations [3].

The gaming industry has also become more diverse in terms of the types of games available, from simple mobile games to complex and highly realistic games like competitive FPS video games. Furthermore, games are increasingly being used in education, healthcare, and other areas to enhance learning, improve cognitive skills, and aid in rehabilitation.

Overall, the impact of competitive FPS video games on human decision-making skills is complex and multifaceted. While video games can provide many benefits, excessive playing can have negative consequences on physical and mental health. Therefore, it's essential to approach these games in moderation and to balance gaming with other activities that promote healthy physical, mental, and social development. By doing so, individuals can potentially benefit from the positive impacts of competitive FPS video games on their decision-making skills while minimizing the negative consequences.

In conclusion, video games are likely to continue to be an essential part of our culture and society in the future. However, it is vital to approach gaming in a responsible and balanced way and to recognize that video games are just one of many activities that contribute to a well-rounded and healthy lifestyle.

#### References

1. Steam Charts - Most played FPS games – SteamDB. URL: <https://steamdb.info/charts/?tagid=1663> (Accessed 06.05.2023).
2. Reynaldo C., Christian R., Hosea H., Gunawan A.S.A. Using Video Games to Improve Capabilities in Decision Making and Cognitive Skill: A Literature Review. URL: [https://www.researchgate.net/publication/349489852\\_Using\\_Video\\_Games\\_to\\_Improve\\_Capabilities\\_in\\_Decision\\_Making\\_and\\_Cognitive\\_Skill\\_A\\_Literature\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/349489852_Using_Video_Games_to_Improve_Capabilities_in_Decision_Making_and_Cognitive_Skill_A_Literature_Review) (Accessed 06.05.2023).

3. Curcio G. Exposure to Video Games and Decision Making. URL: [https://www.researchgate.net/publication/317873009\\_Exposure\\_to\\_Video\\_Games\\_and\\_Decision\\_Making](https://www.researchgate.net/publication/317873009_Exposure_to_Video_Games_and_Decision_Making) (Accessed 06.05.2023).

#### УДК 004.45

#### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УМНЫМ ДОМОМ

Гвоздева Я.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

yana@mehco.ru

Научный руководитель: Куняева М.Ю., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Интернет вещей (IoT) – это концепция сети передачи данных между физическими объектами, оснащенными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой [1]. Сам термин был впервые употреблен в 1999 году Кевином Эштоном, однако до 2010 года практически не использовался, так как концепция IoT не развивалась на должном уровне. Только в 2012 году, когда произошли значительные изменения конструкции датчиков, применяемых в данной технологии, вывод IoT на мировой рынок ускорился, что повлекло за собой цифровую трансформацию. Именно с этого момента IoT активно развивается и используется во многих сферах. У Интернет вещей нет стандартной архитектуры, которая строго соблюдается. Тем не менее, существует базовый технологический процесс, на основе которого построен IoT. Его фундаментальная архитектура состоит из 4 уровней:

1. Уровень восприятия (Sensing Layer) – первый уровень архитектуры IoT, отвечает за сбор данных из реальных источников.

2. Сетевой уровень (Network Layer) – уровень, отвечающий за обеспечение связи между устройствами в системе IoT.

3. Уровень обработки данных (Data Processing Layer) – уровень архитектуры IoT, относящийся к программным и аппаратным компонентам, которые отвечают за сбор, анализ и интерпретацию данных с устройств.

4. Прикладной уровень (Application Layer) – самый верхний уровень, который предоставляет пользователю функциональные возможности для доступа к устройствам Интернет вещей и управления ими [2].

В современном мире термин Интернет вещей ассоциируется с так называемым «умным» домом: системой автоматизации домашнего быта с помощью объединения электроприборов и бытовой техники в единую экосистему, значительно облегчающую жизнь человека [3].

Тренд на переход от “обычного” дома к “умному” привел к созданию множества различных “умных” устройств и специализированных сервисов для управления ими, что в конечном счете создало ограничение совместимости между различными системами для управления умным домом и подключаемыми к нему устройствами. В связи с этим, поиск решения описанной проблемы, позволяющего упростить и расширить возможности автоматизации бытовых процессов, является одним из наиболее актуальных вопросов и соответствует цели настоящей работы.

Исходя из вышеперечисленных факторов, нашей командой был разработан сервис – Smart Kit Service – позволяющий подключить, настроить и управлять любыми “умными” устройствами с поддержкой протокола MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). Благодаря созданному нами сервису и голосовому помощнику от Яндекса - Алисе,

каждый человек, вооружившись смартфоном и, так называемым “умным” устройством, всего за несколько минут может создать свой умный дом.

Основные преимущества Smart Kit Service:

- a) Единый интерфейс управления, доступный с любого устройства.
- b) Возможность изменения настроек и связей позволяет пользователям адаптировать умный дом согласно развитию жизненных ситуаций.
- c) Работа с нашим сервисом не требует специальных навыков или знаний в области программирования.
- d) Возможность управления инфраструктурой дома, находясь в поездке или на работе.
- e) Использование умного дома позволяет организовать экономичный расход энергоресурсов.

Таким образом, разработанный сервис позволяет в полной мере разрешить ограничения, связанные с совместимостью сервисов для организации «умного дома» от различных производителей. Основываясь на анализе современного рынка, сделано заключение об отсутствии аналогов данного проекта по уровню комфорта и простоте использования.

#### Список литературы

1. Интернет вещей. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет\\_вещей](https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет_вещей) (Дата обращения 05.05.2023).
2. Architecture of Internet of Things (IoT): URL: <https://www.geeksforgeeks.org/architecture-of-internet-of-things-iot/> (Accessed: 05.05.2023).
3. Кузьяшев А.Н., Смолин А.Е. Интернет вещей, умный дом и умные города // Эпоха науки. 2021. № 25. С. 174 – 176. DOI: 10.24412/2409-3203-2021-25-147-176.

#### UDC 004.45

#### AUTOMATED SMART HOME MANAGEMENT SYSTEM

Gvozdeva Y.V., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Science and Humanities  
yana@mehco.ru

Supervisor: Kunyaeva M.Y., Senior Lecturer

Bauman Moscow State Technical University, Faculty of Linguistics

The Internet of Things (IoT) is a concept of a network that transmits data between physical objects equipped with embedded tools and technologies to interact with each other or the external environment [1]. This term was first used by Kevin Ashton in 1999, but was not widely applicable until 2010 due to insufficient development of IoT. Only in 2012, with significant changes in sensor construction used in this technology, IoT's entry into the global market accelerate, leading to digital transformation. It is from this point that IoT has actively developed and been used in many industries. There is no standard architecture for the Internet of Things, but there is a basic technological process on which it is based. Its fundamental architecture consists of four levels:

1. Sensing Layer - the first level of the IoT architecture, responsible for collecting data from real sources.
2. Network Layer - the level that provides connectivity between devices in the IoT system.
3. Data Processing Layer - the layer of the IoT architecture that concerns the software and hardware components responsible for collecting, analyzing, and interpreting device data.

4. Application Layer - the top level that provides users with functional capabilities to access and manage IoT devices [2].

In the modern world, the term Internet of Things is associated with the so-called "smart" home: a system for automating domestic chores through the integration of electrical appliances and household equipment into a unified ecosystem, greatly facilitating human life [3].

The trend towards transitioning from a "regular" home to a "smart" home has led to the creation of numerous different "smart" devices and specialized services for managing them. However, this has ultimately created a compatibility limitation between different home automation systems and connected devices. In light of this, finding a solution to this problem that simplifies and expands the capabilities of home automation is one of the most pressing issues, and is the objective of this project.

Based on these factors, has been developed the Smart Kit Service, which allows users to connect, configure, and control any "smart" device that supports the MQTT protocol (message queuing telemetry transport). Thanks to this service and the Yandex voice assistant Alice, anyone armed with a smartphone and a "smart" device can create their own smart home in just a few minutes.

The main advantages of the Smart Kit Service include:

- a) A unified management interface accessible from any device.
- b) The ability to modify settings and connections to adapt the smart home to life situations.
- c) The service does not require any special programming skills or knowledge.
- d) The ability to manage home infrastructure while traveling or at work.
- e) The use of a smart home allows for economical use of energy resources.

Thus, developed service fully addresses the limitations associated with compatibility between different "smart" home services from various manufacturers. Based on an analysis of the modern market, it was concluded that there are no analogues to this project in terms of comfort and ease of use.

#### References

1. Интернет вещей. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет\\_вещей](https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет_вещей) (Дата обращения 05.05.2023).
2. Architecture of Internet of Things (IoT): URL: <https://www.geeksforgeeks.org/architecture-of-internet-of-things-iot/> (Accessed: 05.05.2023).
3. Кузяшев А.Н., Смолин А.Е. Интернет вещей, умный дом и умные города // Эпоха науки. 2021. № 25. С. 174 – 176. DOI: 10.24412/2409-3203-2021-25-147-176.

#### УДК 062

#### КОМПОЗИТНОЕ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В АВИАСТРОЕНИИ

Головин И.О., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Яковлева А.Е., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

yakovlevalexandra@yandex.ru

Научный руководитель: Волчек О.С., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Композит — это материал, состоящий из двух или более компонентов, обладающих совершенно разными свойствами. Новые характеристики композиционных

материалов позволяют успешно применять их в авиационной, автомобильной, корабельной и ракетной промышленности для производства военной и гражданской продукции. Элементы приборов и оборудования из композитных материалов, используемых для эксплуатации в агрессивных средах и при высоких температурах, а именно: в космических аппаратах, на атомных электростанциях, при производстве военной техники и систем вооружения [1].

Реализация отраслевых стратегий импортозамещения на современном этапе экономического развития России способствует интенсивному переходу к производству высокотехнологичной и наукоемкой продукции. Ее основой должно стать активное внедрение инновационных технологий, повышение качества выпускаемой продукции, модернизация всех отраслей экономики. Недаром Министерство промышленности и торговли России утвердило 2200 технологических направлений для развития отечественной экономики в рамках отраслевых планов по импортозамещению. [2]

Для МС-21 панели обшивки крыла были изготовлены из углеродного волокна, которые крепятся к алюминиевым частям каркаса, заменяя алюминиевые листы. Это не привело к существенному снижению веса крыла - его детали из углепластика весят примерно на 300 килограммов меньше, чем его алюминиевые аналоги. Но высокая прочность композитов позволила придать крылу более выгодные размеры с точки зрения аэродинамики. Тогда, при том же размахе крыльев, крыло обеспечивает лучшие аэродинамические качества - отношение подъемной силы к лобовому сопротивлению. Эта характеристика имеет физический смысл - сколько километров самолет пролетит горизонтально с выключенными двигателями, снижаясь на один километр. У МС-21 этот параметр равен 18,2, что примерно на 10 процентов выше, чем у аналогов от Airbus (16,3) и Boeing (15,0). Это снижает расход топлива. Конструкторы даже не использовали законцовки крыльев, которые устанавливаются на самолетах для уменьшения завихрений и сопротивления воздуха. [3]

Проще говоря, он тоньше и уже, чем цельнометаллическое крыло. В сентябре 2018 года компания была внесена в санкционные списки за то, что она также поставляет запчасти для военных самолетов. В результате для первого опытного МС-21 композитные детали были изготовлены из импортных материалов, а затем пришлось разрабатывать свои собственные. Российские предприятия смогли предложить их, в частности, UMATEX. При проектировании МС-21 были учтены последние тенденции на рынке авиалайнеров. Это означает рост экономики. [3]

В заключение следует отметить, что импортозамещение в композитной промышленности становится все более важным для России, поскольку она стремится снизить зависимость от иностранных поставщиков и увеличить внутреннее производство. Ярким примером этого является проект авиалайнера МС-21 с композитным крылом, изготовленным из материалов отечественного производства. Это позволило улучшить аэродинамические характеристики, снизить расход топлива и общую экономию средств. Российские компании, такие как UMATEX и "Росатом", вкладывают значительные средства в развитие новых производств композитов. Поскольку Россия продолжает уделять приоритетное внимание своей отечественной композитной промышленности, она, вероятно, увидит дальнейшие достижения и инновации в этой области, что сделает ее конкурентоспособным игроком на мировом рынке композитных материалов.

#### Список литературы

1. Ларин С.Н., Соколов Н.А. Развитие производства полимерных и композиционных материалов как одно из конкурентных преимуществ российской экономики // Наука без границ. 2019. № 8(36). С. 5-9.

2. Тихонов А.И. Реализация программы импортозамещения в отечественном машиностроении // Московский экономический журнал. 2020. № 3(117). С. 6-8.
3. Паськова Н., Хлызова У., Богданова А. МС-21: программы импортозамещения в гражданской авиации // Региональные программы импортозамещения: Материалы VI научно-практической конференции. Иркутск: Иркутский государственный университет. 2022. С. 55-60.

## UDC 062

### COMPOSITE IMPORT SUBSTITUTION IN THE AIRCRAFT INDUSTRY

Golovin I.O., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Special machine building»

Yakovleva A.E., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Special machine building»

yakovlevalexandra@yandex.ru

Supervisor: Volchek O.S., Ph.D.E, associated professor

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Linguistics»

Composite is material, consisted of two or more components that have quite different properties. New characteristics of composite materials allow them to be successfully usable in the aviation, auto, ship and rocket industries for the production of military and civilian products. Elements of instruments and equipment made of composite materials using for operation in aggressive environments and at high temperatures, namely: in spacecraft, at nuclear power plants, in the production of military equipment and weapons systems. [1]

The implementation of sectoral import substitution strategies at the present stage of Russia's economic development contributes to an intensive transition to the production of high-tech and science-intensive products. Its basis should be the active introduction of innovative technologies, improving the quality of products, modernizing all sectors of the economy. Not without reason Ministry of Industry and Trade of Russia approved 2,200 technological areas for the development of the domestic economy in the industry plans for import substitution. [2]

For the MS-21, the wing cladding panels were made of carbon fiber, which are attached to the aluminum parts of the frame, replacing the aluminum sheets. This has not significantly reduced the weight of the wing - its carbon plastic parts weigh about 300 kilograms less than its aluminum counterparts. But the high strength of composites made it possible to give the wing more advantageous dimensions in terms of aerodynamics. Then, for the same wingspan, the wing provides better aerodynamic quality - the ratio of lift to drag. This characteristic has a physical meaning - how many kilometers the plane will fly horizontally with the engines off while it is descending by one kilometer. The MS-21 has this parameter equal to 18.2, which is approximately 10 percent higher than those of analogues from Airbus (16.3) and Boeing (15.0). This reduces fuel consumption. The designers did not even use wingtips, which are installed on airplanes to reduce whirls and air resistance. [3]

Simply put, it is thinner and narrower than an all-metal wing. In September 2018, the company was put on sanctions lists because it also supplies parts for military aircraft. As a result, for the first pilot MS-21 composite parts were made from imported materials, and then had to develop their own. Russian enterprises were able to offer them, in particular, UMATEX. The latest trends in the airliner market were taken into account in the design of the MS-21. It means the increase of the economy. [3]

In conclusion, import substitution in the composite industry is becoming increasingly important for Russia, as it seeks to reduce its reliance on foreign suppliers and boost its domestic



production. The MS-21 airliner project is a prime example of this, with its composite wing made from domestically produced materials. This has allowed for better aerodynamic performance, lower fuel consumption, and overall cost savings. Russian companies like UMATEX and Rosatom are investing heavily in the development of new composites production facilities. As Russia continues to prioritize its domestic composite industry, it will likely see further advancements and innovations in this field, making it a competitive player in the global composites market.

#### References

1. Ларин С.Н. Развитие производства полимерных и композиционных материалов как одно из конкурентных преимуществ российской экономики / С. Н. Ларин, Н. А. Соколов. // Наука без границ. 2019. № 8(36). С. 5-9.
2. Тихонов А.И. Реализация программы импортозамещения в отечественном машиностроении // Московский экономический журнал. 2020. № 3(117). С. 6-8.
3. Паськова Н., Хлызова У., Богданова А. MS-21: программы импортозамещения в гражданской авиации // Региональные программы импортозамещения: Материалы VI научно-практической конференции. Иркутск: Иркутский государственный университет. 2022. С. 55-60.

#### УДК 004.89

#### CHATGPT: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

Грязюк А.Е., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет “Социальные и гуманитарные науки”

vi-alice@mail.ru

Недорезова К.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет “Социальные и гуманитарные науки”

nedorezovakd@yandex.ru

Научный руководитель: Капранова Л.В., ст.преподаватель,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет “Лингвистика”

В статье представлено исследование возможностей и перспектив нового чат-бота ChatGPT, который стремительно набирает популярность с каждым днем.

ChatGPT - это прототип чат-бота с искусственным интеллектом, работающим на основе диалога, способного понимать естественный человеческий язык и генерировать впечатляюще подробный письменный текст, похожий на человеческий. Он умеет работать в режиме диалога и поддерживает запросы на естественных языках. ChatGPT от OpenAI, запущенный 30 ноября 2022 года, произвел настоящий фурор в ИТ-сообществе, поразив многих точностью ответов на специальные вопросы. Технология ChatGPT не нова. Это эволюция существующей технологии, но она самая передовая из всех, что мы когда-либо видели. Данная технология доступна каждому, потому что можно начать использовать его буквально за считанные минуты: надо просто войти в любую учетную запись и начать вводить текст. Также у него есть возможность запоминать контекст между запросами, что уже было возможно ранее, но не так грамотно.

Как его можно использовать? Первые пользователи описывали эту технологию как альтернативу Google, поскольку она способна предоставлять описания, ответы и решения на сложные вопросы, включая способы написания кода, а также решать проблемы с версткой и запросы по оптимизации. Реальные приложения могут включать в себя

создание контента для веб-сайтов, ответы на запросы клиентов, предоставление рекомендаций, а также создание автоматизированных чат-ботов.

Мы приближаемся к тому, что искусственный интеллект больше не будет простым ответом на конкретный вопрос. Вместо того, чтобы просто обеспечивать взаимодействие по принципу “два плюс два равно четыре”, он может учиться и обеспечивать более детальный ответ. Взгляд в будущее означает, что разговорный искусственный интеллект станет ближе к реальному человеческому общению. Однако, чтобы по—настоящему сделать это взаимодействие похожим на человеческое, есть одна деталь, которая, по нашему мнению, необходима - голос, звучащий по-человечески.

#### Список литературы:

1. How does Chat GPT work? // Atria Innovation. 2023. URL: <https://www.atriainnovation.com/en/how-does-chat-gpt-work/> (Accessed 02.03.2023)
2. Reiff N. What is ChatGPT, and how does it make money? // Vikki Velasquez. 2023. URL: [What Is ChatGPT, and How Does It Make Money?](#) (Accessed: 19.03.2023)
3. Russell S.J., Norvig P. Artificial Intelligence A Modern Approach. URL: [https://gacbe.ac.in/images/E%20books/Artificial%20Intelligence,%20A%20Modern%20Approach%20-%20First%20Edition%20\(1995\)bbb.pdf](https://gacbe.ac.in/images/E%20books/Artificial%20Intelligence,%20A%20Modern%20Approach%20-%20First%20Edition%20(1995)bbb.pdf) (Accessed: 22.03.2023)

#### UDC 004.89

#### CHATGPT: REALITY AND FUTURE

Gryazyuk A.E., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Science and Humanities»

vi-alice@mail.ru

Nedorezova K.D., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Science and Humanities»

nedorezovakd@yandex.ru

Supervisor: Kapranova L.V., Senior lecturer

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Linguistics»

The article presents a study of the capabilities of the new chatbot Chat GT, which is rapidly gaining popularity every day.

ChatGPT is a prototype dialogue-based AI chatbot capable of understanding natural human language and generating impressively detailed human-like written text. He is able to work in a dialogue and supports queries in natural languages. ChatGPT from Openair, launched on November 30, 2022, made a real splash in the IT community, striking many with the accuracy of answers to special questions. The technology of ChatGPT isn't new. It's an evolution of existing technology, but it's the most advanced we've ever seen. And it's highly accessible because you can start using it in minutes. Also it has the ability to remember the context between queries, which has been around but was previously clunky.

How can it be used? Early users have described the technology as an alternative to Google because it is capable of providing descriptions, answers and solutions to complex questions including ways to write code, and solve layout problems and optimisation queries. Real-world applications could include generating content for websites, answering customer inquiries, providing recommendations as well as creating automated chatbots.

We are getting closer to AI no longer being a simple endpoint-to-endpoint response. Rather than just providing a “two plus two equals four” interaction, it can learn and provide a more nuanced response. Looking to the future means conversational AI will become closer to an

actual human conversation. However, to truly make it a humanlike interaction, there's one piece we think is essential—a human-sounding voice.

#### References:

1. How does Chat GPT work? // Atria Innovation. 2023. URL: <https://www.atriainnovation.com/en/how-does-chat-gpt-work/> (Accessed 02.03.2023)
2. Reiff N. What is ChatGPT, and how does it make money? // Vikki Velasquez. 2023. URL: [What Is ChatGPT, and How Does It Make Money?](#) (Accessed: 19.03.2023)
3. Russell S.J., Norvig P. Artificial Intelligence A Modern Approach. URL: [https://gacbe.ac.in/images/E%20books/Artificial%20Intelligence,%20A%20Modern%20Approach%20-%20First%20Edition%20\(1995\)bbb.pdf](https://gacbe.ac.in/images/E%20books/Artificial%20Intelligence,%20A%20Modern%20Approach%20-%20First%20Edition%20(1995)bbb.pdf) (Accessed: 22.03.2023)

#### УДК 004.8

### ТРИ ПАРАДИГМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ

Давыдов А.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»  
davydow1305@mail.ru

Охотник А.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»  
hunter\_200307@mail.ru

Научный руководитель: Куняева М.Ю., ст.преподаватель  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

По мере развития методов вычислительной техники и обработки информации все большее распространение получает интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в образовании. ИИ в образовании (ИИО) предлагает множество интересных возможностей, перспектив и задач для современной образовательной практики.

Одним из наиболее значимых преимуществ ИИО является его способность персонализировать обучение для отдельных учащихся. Хотя технология ИИ используется в образовании уже некоторое время, последние достижения сделали ее более изощрённой [1].

За свою короткую историю ИИО претерпела несколько парадигмальных изменений, которые характеризуются тремя парадигмами: направленная на ИИ, учащийся как получатель, поддерживаемая ИИ, учащийся как соавтор, и ИИ-уполномоченная, учащийся как лидер. В трех парадигмах методы ИИ используются для решения проблем образования и обучения различными способами [2].

В парадигме один ИИ-направленной, учащийся как получатель, ИИ используется для представления и направления когнитивного обучения, а учащиеся являются получателями услуг ИИ. ИИ в парадигме один основан на статистических реляционных методах, и реализация этой парадигмы является более ранней работой интеллектуальных систем обучения. Парадигма два ИИ-поддерживаемая, учащийся как соавтор, реализуется с использованием байесовских сетей, обработки естественного языка и марковских деревьев решений, при этом учащиеся работают совместно с ИИ. Реализациями этих парадигм являются диалоговые обучающие системы (Dialogue-based Tutoring Systems, DTSs) и исследовательские обучающие среды (Exploratory Learning Environments, ELEs). Третья парадигма, ИИ-уполномоченный, учащийся как лидер, – самая сложная, в ней используются нейроинтерфейсы, машинное обучение и глубокое обучение, чтобы позволить учащимся взять на себя ответственность за собственное обучение. Ее

реализация – сотрудничество человека и компьютера и персонализированное/адаптивное обучение.

В целом, эти три парадигмы отражают различные подходы к использованию ИИ в образовании, каждый из которых имеет свои сильные и слабые стороны. В конечном итоге, наиболее эффективное использование ИИ в образовании, скорее всего, будет включать в себя сочетание этих парадигм, а также постоянные исследования и разработки для улучшения возможностей систем ИИ и обеспечения их эффективной интеграции в процесс обучения.

Методы ИИ способны значительно стимулировать и развивать науки об обучении и преподавании, которые, в свою очередь, предлагают научно обоснованные возможности для развития технологий ИИ [3]. В то же время, крайне важно подчеркнуть, что помимо технологических приложений, ИИО подразумевает интеграцию педагогических, социальных, культурных и экономических аспектов в применение технологий. Опираясь на существующие теории образования, исследователи с помощью ИИ могут получить и осмыслить новые идеи в области педагогики и наук об обучении, что приведет к итеративному развитию ориентированного на ученика, управляемого данными и персонализированного обучения в нынешнем веке знаний.

#### Список литературы

1. Chen L., Chen P., Lin Z. Artificial intelligence in education: A review // *IEEE Access*. 2020. V. 8. pp. 75264-75278.
2. Ouyang F., Jiao P. Artificial intelligence in education: The three paradigms // *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2021. V. 2. pp. 100020.
3. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Технологии искусственного интеллекта в образовании // *Russian Journal of Education and Psychology*. 2019. Т. 10. №. 3. pp. 41-44.

#### UDC 004.8

#### THREE PARADIGMS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION

Davidov A.M., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Science and Humanities»  
davydow1305@mail.ru

Okhotnik A.I., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Science and Humanities»  
hunter\_200307@mail.ru

Supervisor: Kunyaeva M.Y., Senior Lecturer

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Linguistics»

As methods of computing and information processing continue to evolve, the integration of artificial intelligence (AI) into education is becoming more common. AI in Education (AIED) offers many exciting opportunities, potentials, and challenges for modern educational practice.

One of the most significant benefits of AIED is its ability to personalize learning for individual students. Although AI technology has been used in education for some time, recent advances have made it more sophisticated [1].

In its short history, AIED has been undergoing several paradigmatic shifts, which are characterized into three paradigms: AI-directed, learner as recipient; AI-directed, learner-as-recipient, AI-supported, learner-as-collaborator, and AI-empowered, learner-as-leader. In three paradigms, AI techniques are used to address educational and learning issues in varied ways [2].

In Paradigm One AI-directed, learner-as-recipient, AI is used to represent and direct cognitive learning while learners are recipients of AI services. AI in Paradigm One is based on statistical relational techniques, and the implementation of this paradigm is Earlier work of Intelligent Tutoring Systems. Paradigm Two, AI-supported, learner-as-collaborator, is implemented using Bayesian networks, natural language processing, and Markov decision trees, with learners working in conjunction with the AI. The implementations of these paradigms are Dialogue-based Tutoring Systems (DTSS) and Exploratory Learning Environments (ELEs). Paradigm Three, AI-empowered, learner-as-leader, is the most sophisticated, using brain-computer interfaces, machine learning, and deep learning to allow learners to take agency for their own learning. Its implementation – the human-computer cooperation and personalized/adaptive learning.

Overall, the three paradigms reflect different approaches to the use of AI in education, each with its own strengths and weaknesses. Ultimately, the most effective use of AI in education is likely to involve a combination of these paradigms, as well as ongoing research and development to improve the capabilities of AI systems and ensure they are effectively integrated into learning.

AI techniques have potential to significantly stimulate and advance instructional and learning sciences, which, in turn, would offer evidence-informed opportunities for developing AI technologies [3]. At the same time, it is crucial to emphasize, that in addition to its technological applications, AIED includes the integration of pedagogical, social, cultural, and economic aspects into the application of technology. Building on existing educational theories, researchers using AIED technologies can derive new interpretations or ideas on the pedagogy and the learning sciences, leading to the iterative development of learner-centered, data-driven, and personalized learning in the current era of knowledge.

#### References

1. Chen L., Chen P., Lin Z. Artificial intelligence in education: A review // IEEE Access. 2020. V. 8. pp. 75264-75278.
2. Ouyang F., Jiao P. Artificial intelligence in education: The three paradigms // Computers and Education: Artificial Intelligence. 2021. V. 2. pp. 100020.
3. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Технологии искусственного интеллекта в образовании // Russian Journal of Education and Psychology. 2019. Т. 10. №. 3. pp. 41-44.

#### УДК 62-52

#### **ОБЗОР ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ В РОССИИ**

Девчич Г.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

gdevcic10@gmail.com

Фатыхов Д.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

deniswertual@gmail.com

Научный руководитель: Наянова М.А., ст. преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Импортозамещение - это экономическая стратегия, направленная на замещение иностранного импорта отечественным производством. Российская Федерация проводит политику импортозамещения с 2014 года в ответ на международные санкции [1] и снижение цен на нефть. В области автоматизированных систем Россия сосредоточилась на

развитии отечественного потенциала, чтобы снизить зависимость от импорта. С этой целью в 2016 году была создана дорожная карта Национальных технологических инициатив (НТИ). В данной статье будет представлен обзор импортозамещения в области автоматизированных систем в Российской Федерации, включая его цели, проблемы и достижения

Цели импортозамещения в автоматизированных системах.

Основной целью импортозамещения в области автоматизированных систем является снижение зависимости от иностранных технологий и оборудования. Это считается критически важным для национальной безопасности, так как снижает риск перебоев в поставках и возможность иностранного вмешательства. Кроме того, ожидается, что импортозамещение приведет к увеличению внутреннего производства, созданию рабочих мест и стимулированию экономического роста. В частности, в области автоматизированных систем импортозамещение направлено на создание отечественной промышленности, способной производить высококачественную продукцию автоматизации для различных отраслей, включая производство, транспорт и энергетику.

Проблемы импортозамещения в автоматизированных системах.

Основной проблемой импортозамещения в области автоматизированных систем является необходимость развития отечественного потенциала для замещения импорта. Это требует значительных инвестиций в исследования и разработки, образование и обучение, а также инфраструктуру. Кроме того, отечественные производители должны быть конкурентоспособными по цене и качеству, чтобы привлечь покупателей. Это особенно сложно на глобальном рынке, где иностранные производители часто имеют эффект масштаба и налаженные цепочки поставок.

Еще одной проблемой является необходимость привлечения инвестиций для поддержки развития отечественной промышленности. Для этого необходимо создать благоприятную бизнес-среду, поощряющую инновации, конкуренцию и предпринимательство. Кроме того, правительству необходимо обеспечить финансовые стимулы для отечественных производителей, такие как налоговые льготы, субсидии и кредиты.

Достижения импортозамещения в автоматизированных системах.

Несмотря на трудности, Российская Федерация добилась значительного прогресса в импортозамещении в области автоматизированных систем. Одним из ключевых достижений является создание Национальной технологической инициативы (НТИ) - поддерживаемой государством программы, направленной на продвижение инноваций и развитие высокотехнологичных отраслей промышленности в России. НТИ включает в себя ряд инициатив, направленных на развитие отечественного потенциала в различных областях, включая автоматизированные системы. Например, проект NTI Autonet[2] направлен на разработку автономных транспортных средств, а проект NTI AeroNet[2] - на разработку беспилотных летательных аппаратов.

Еще одним достижением является развитие отечественного производственного потенциала в области систем автоматизации. Например, российская компания "Ростех" разрабатывает ряд продуктов автоматизации, включая роботов, системы промышленной автоматизации и беспилотные летательные аппараты. Другие отечественные компании, такие как "Лаборатория Касперского", "Яндекс" и Mail.ru, также инвестируют в исследования и разработку технологий автоматизации.

Импортозамещение в области автоматизированных систем является важным компонентом экономической стратегии России. Несмотря на наличие серьезных проблем, Российская Федерация добилась прогресса в развитии отечественного потенциала и создании благоприятной деловой среды для инноваций и предпринимательства.

Поддержка государства через такие инициативы, как Национальная технологическая инициатива, сыграла решающую роль в достижении этой цели. Ожидается, что дальнейшее развитие отечественной промышленности будет способствовать созданию рабочих мест, экономическому росту и снижению зависимости от иностранного импорта, что в конечном итоге укрепит национальную безопасность.

#### Список литературы

1. РИА новости // RIA.RU : Хронология введения санкций и ответные меры России в 2014-2015 годах. URL: <https://ria.ru/20151125/1328470681.html> (Дата обращения 05.04.2023).
2. Национальная технологическая инициатива // NTI2035.ru : дорожные карты по развитию проектов AeroNet и AutoNet. URL: [https://nti2035.ru/documents/Road\\_maps/](https://nti2035.ru/documents/Road_maps/) (Дата обращения 05.04.2023).

#### UDC 62-52

#### IMPORT SUBSTITUTION OVERVIEW IN AUTOMATED SYSTEMS IN RUSSIA

Devchich G.A., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Robotics and Complex Automation».

[gdevcic10@gmail.com](mailto:gdevcic10@gmail.com)

Fatychov D.V., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Robotics and Complex Automation».

[deniswertual@gmail.com](mailto:deniswertual@gmail.com)

Supervisor: Nayanova M.A., Senior lecturer

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Linguistics»

Import substitution is an economic strategy that aims to replace foreign imports with domestic production. The Russian Federation has been pursuing import substitution policies since 2014, in response to international sanctions and declining oil prices. In the field of automated systems, Russia has been focusing on developing domestic capabilities to reduce dependence on imports. To this end, a National Technology Initiative (NTI) roadmap was created in 2016. This article will provide an overview of import substitution in the field of automated systems in the Russian Federation, including its goals, challenges, and achievements.

#### Goals of Import Substitution in Automated Systems

The primary goal of import substitution in the field of automated systems is to reduce dependence on foreign technology and equipment. This is seen as critical to national security, as it reduces the risk of supply disruptions and the potential for foreign interference. In addition, import substitution is expected to increase domestic production, create jobs, and stimulate economic growth. Specifically, in the field of automated systems, import substitution aims to create a domestic industry that can produce high-quality automation products for various industries, including manufacturing, transportation, and energy.

#### Challenges of Import Substitution in Automated Systems

The main challenge of import substitution in the field of automated systems is the need to develop domestic capabilities to replace imports. This requires significant investments in research and development, education and training, and infrastructure. Additionally, domestic producers need to be competitive in terms of price and quality to attract customers. This is especially challenging in a global market where foreign producers often have economies of scale and established supply chains.

Another challenge is the need to attract investment to support the development of the

domestic industry. This requires creating a favorable business environment that encourages innovation, competition, and entrepreneurship. Additionally, the government needs to provide financial incentives to domestic producers, such as tax breaks, subsidies, and loans.

#### Achievements of Import Substitution in Automated Systems

Despite the challenges, the Russian Federation has made significant progress in import substitution in the field of automated systems. One of the key achievements is the creation of the NTI, a state-supported program aimed at promoting innovation and developing high-tech industries in Russia. The NTI includes a range of initiatives focused on developing domestic capabilities in various areas, including automation systems. For example, the NTI Autonet project aims to develop autonomous vehicles, while the NTI AeroNet project aims to develop unmanned aerial vehicles.

Another achievement is the development of domestic production capabilities in the field of automation systems. For example, the Russian company Rostec has been developing a range of automation products, including robots, industrial automation systems, and unmanned aerial vehicles. Other domestic companies, such as Kaspersky Lab, Yandex, and Mail.ru, have also been investing in research and development of automation technologies.

Import substitution in the field of automated systems is an important component of Russia's economic strategy. While there are significant challenges, the Russian Federation has made progress in developing domestic capabilities and creating a favorable business environment for innovation and entrepreneurship. The government's support through initiatives like the National Technology Initiative has been critical in advancing this goal. As the domestic industry continues to develop, it is expected to create jobs, increase economic growth, and reduce dependence on foreign imports, ultimately strengthening national security.

#### References

1. РИА новости // RIA.RU : Хронология введения санкций и ответные меры России в 2014-2015 годах. URL: <https://ria.ru/20151125/1328470681.html> (Дата обращения 05.04.2023).
2. Национальная технологическая инициатива // NTI2035.ru : дорожные карты по развитию проектов AeroNet и AutoNet. URL: [https://nti2035.ru/documents/Road\\_maps/](https://nti2035.ru/documents/Road_maps/) (Дата обращения 05.04.2023).

#### УДК 316.4

### **АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕПРЕССИИ И ВЛИЯЮЩИЕ НА ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ ФАКТОРЫ**

Дьячкова Д.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

[dddashulya@gmail.com](mailto:dddashulya@gmail.com)

Максимов Д.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

[maksymovd@gmail.com](mailto:maksymovd@gmail.com)

Научный руководитель: Куняева М.Ю., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Депрессия – это серьезное психическое заболевание, от которого страдают миллионы людей во всем мире. Однако, несмотря на свою распространенность, депрессию по-прежнему трудно точно диагностировать, особенно когда речь идет о ее обнаружении с помощью автоматизированных средств.



Целью исследования является изучения влияния различных факторов на результаты автоматического обнаружения депрессии. Для этого исследования был собран набор данных о людях, у которых была диагностирована депрессия, а также контрольная группа людей без депрессии. Затем этот набор данных использовался для обучения и тестирования моделей машинного обучения для автоматического обнаружения депрессии.

Для предварительной обработки и очистки собранных данных использовалась комбинация ручных и автоматических методов. Рекуррентные нейронные сети использовались в качестве основной модели машинного обучения для автоматического обнаружения депрессии, которые особенно хорошо подходят для анализа данных временных рядов и являются важным фактором, учитывая, что симптомы депрессии могут меняться со временем [1].

В ходе данного исследования была проанализирована статистика, которая состоит из глобальных самоубийств на 100 тысяч по странам, гендерных различий, корреляции между ВВП и уровнем самоубийств, а также статистику по возрасту [2-3]. Большая перепредставленность европейских стран с высокими показателями, мало с низкими показателями. В среднем уровень самоубийств увеличивается с возрастом. Тенденция сохраняется при контроле континентов в Северной и Южной Америке, Азии и Европе, но не для Африки и Океании. Существует слабая положительная связь между ВВП страны (на душу населения) и уровнем самоубийств. На каждом уровне анализа (в глобальном масштабе, на уровне континента и страны) среди смертей от самоубийств слишком много мужчин. Во всем мире этот показатель у мужчин примерно в 3,5 раза выше.

И, наконец, стоит упомянуть факторы риска, связанные с суицидом (отсортированные по областям) и их рассчитанные отношения шансов. Коморбидные заболевания и домены поведения показали наибольшую связь с суицидом (95% ДИ [1,28-1,67]), за которым следует домен негативного жизненного опыта (95,6% ДИ [0,85-1,68]). Наименьшая ассоциация социальных и семейных характеристик отмечена с суицидом (91,9% ДИ [0,3-0,61]).

Оценивая важность результатов исследований и последствия полученных результатов, можно лучше понять возможности и проблемы, стоящие перед автоматизированным обнаружением депрессии. В перспективе дальнейших исследований в этой области лежит разработка более сложных алгоритмов и моделей, интеграция нескольких типов данных и тестирование новых подходов в реальных клинических условиях.

#### Список литературы

1. Martinez-Gil J., Freudenthaler B., Natschläger T. Automatic recommendation of prognosis measures for mechanical components based on massive text mining. // *Int. J. Web Inf. Syst.* 2018. № 14 (4). pp. 480–494.
2. Morgan L. Suicide Rates (in-depth) // *Stats & Insights* URL: <https://www.kaggle.com/code/lmorgan95/r-suicide-rates-in-depth-stats-insights/report> (Accessed 11.04.2023)
3. Gerry S.J., Orji C., Orji R. Identification of Risk Factors for Suicide and Insights for Developing Suicide Prevention Technologies: A Systematic Review and Meta-Analysis. URL: <https://www.hindawi.com/journals/hbet/2023/3923097/> (Accessed 11.04.2023)

**UDC 316.4****AUTOMATIC DETECTION OF DEPRESSION AND FACTORS INFLUENCING ITS RESULTS**

Dyachkova D.D., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social and Humanitarian Sciences»  
dddashulya@gmail.com

Maksimov D.D., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social and Humanitarian Sciences»  
maksymovd@gmail.com

Supervisor: Kunyaeva M.Y., Senior Lecturer

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Linguistics»

Depression is a serious mental illness that affects millions of people around the world. However, despite its prevalence, depression is still difficult to accurately diagnose, especially when it comes to detecting it through automated means.

The aim of the study is to study the influence of various factors on the results of automatic detection of depression. For this study, a data set was collected on people who were diagnosed with depression, as well as a control group of people without depression. This dataset was then used to train and test machine learning models to automatically detect depression.

A combination of manual and automatic methods was used to pre-process and clean up the collected data. Recurrent neural networks have been used as the main machine learning model for automatic depression detection, which are particularly well-suited for analyzing time-series data and are an important factor given that symptoms of depression can change over time [1].

In the course of this study, statistics were analyzed, which consists of global suicides per 100 thousand by country, gender differences, correlation between GDP and suicide rate, as well as statistics by age [2-3].

There is a large over-representation of European countries with high indicators, but few with low indicators. On average, the suicide rate increases with age. The trend continues for the control of continents in the Americas, Asia, and Europe, but not for Africa and Oceania. There is a weak positive relationship between a country's GDP (per capita) and the suicide rate. At every level of analysis (globally, at the continent and country level), there are too many men among the deaths from suicide. Worldwide, this figure is approximately 3.5 times higher for men.

Finally, it is worth mentioning the risk factors associated with suicide (sorted by region) and their calculated odds ratios. Comorbid disorders and behavior domains showed the greatest association with suicide (95% CI [1.28-1.67]), followed by the negative life experience domain (95.6% CI [0.85-1.68]). The lowest association of social and family characteristics was found with suicide (91.9% CI [0.3-0.61]).

By evaluating the importance of research results and the implications of the findings, you can better understand the opportunities and challenges facing automated depression detection. Further research in this area looks forward to developing more sophisticated algorithms and models, integrating multiple data types, and testing new approaches in real-world clinical settings.

#### References

1. Martinez-Gil J., Freudenthaler B., Natschläger T. Automatic recommendation of prognosis measures for mechanical components based on massive text mining. // Int. J. Web Inf. Syst. 2018. № 14 (4). pp. 480–494.

2. Morgan L. Suicide Rates (in-depth) // Stats & Insights URL: <https://www.kaggle.com/code/lmorgan95/r-suicide-rates-in-depth-stats-insights/report> (Accessed 11.04.2023)
3. Gerry S.J., Orji C., Orji R. Identification of Risk Factors for Suicide and Insights for Developing Suicide Prevention Technologies: A Systematic Review and Meta-Analysis. URL: <https://www.hindawi.com/journals/hbet/2023/3923097/> (Accessed 11.04.2023)

#### **УДК 004.051**

#### **ЦИФРОВЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ: СЕТЕВОЕ БУДУЩЕЕ**

Иванов И.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

[iaa21s099@student.bmstu.ru](mailto:iaa21s099@student.bmstu.ru)

Кольцов А.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

[kav21s002@student.bmstu.ru](mailto:kav21s002@student.bmstu.ru)

Научный руководитель: Куняева М.Ю., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

В статье представлено исследование цифровых экосистем, их преимуществ и недостатков. В цифровую эпоху технологии играют важнейшую роль в каждом аспекте нашей жизни, преобразуя способы взаимодействия с окружающим миром. Возникновение цифровых экосистем привело к созданию обширной сети взаимосвязанных субъектов, включая предприятия, клиентов и правительства, которые работают вместе для создания стоимости и стимулирования роста [1].

По своей сути цифровая экосистема - это сложная система взаимодействия между различными субъектами, успех которых зависит друг от друга. Успешные цифровые экосистемы требуют сотрудничества и коммуникации между заинтересованными сторонами для достижения общих целей. В цифровой экосистеме компании больше не работают изолированно, а являются частью более крупной сети, которая позволяет им получить доступ к новым рынкам, клиентам и ресурсам [2].

Одним из ключевых преимуществ цифровой экосистемы является возможность использования данных для стимулирования инноваций и роста. Данные являются основой цифровых экосистем, обеспечивая понимание и анализ, которые питают деятельность компаний. Благодаря обмену данными и аналитическими данными компании в рамках цифровой экосистемы могут лучше понять потребности и предпочтения своих клиентов, предвидеть тенденции и соответствующим образом оптимизировать свои продукты и услуги [1].

Еще одним важным элементом успешной цифровой экосистемы является сотрудничество между элементами. В цифровой экосистеме заинтересованные стороны должны работать вместе для достижения общей цели, будь то создание нового продукта или услуги, совершенствование существующей или решение социальной проблемы. Сотрудничество способствует формированию культуры инноваций и творчества, позволяя заинтересованным сторонам объединять свои ресурсы и опыт для создания новых решений, которые превосходят сумму их частей [2].

Цифровые экосистемы также имеют значительные недостатки. По мере роста числа заинтересованных сторон в цифровой экосистеме возрастает и сложность управления ими. Конфиденциальность и безопасность данных также являются основными проблемами,

поскольку обмен данными между заинтересованными сторонами создает новые риски и уязвимости. Кроме того, создание равных условий для всех заинтересованных сторон в цифровой экосистеме может быть затруднено, поскольку некоторые компании могут обладать большими ресурсами или опытом, чем другие [3].

Чтобы преодолеть эти проблемы, компании должны принять целостный подход к созданию и управлению цифровыми экосистемами. Это включает в себя разработку четких рамок управления, которые способствуют прозрачности, подотчетности и справедливости. Это также предполагает инвестирование в надежные меры кибербезопасности для защиты от утечек данных и кибератак.

И в заключение отметим, что цифровые экосистемы меняют способы ведения бизнеса и создания стоимости в цифровую эпоху. Внедряя цифровые экосистемы, компании могут открыть новые возможности для роста и инноваций, а также внести свой вклад в развитие более устойчивой и инклюзивной цифровой экономики.

#### Список литературы

1. Better together: harnessing the power of digital ecosystems // Endava. 2023. URL: <https://www.endava.com/en/blog/Business/2023/better-together-harnessing-the-power-of-digital-ecosystems> (Accessed: 20.04.2023)
2. Digital transformation // TechTarget. 2019. URL: <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/digital-ecosystem> (Accessed 20.04.2023)
3. Digital ecosystems as social institutions: exploring the role of consumption through four research streams of digital ecosystems // Bristol University Press. 2022. URL: <https://bristoluniversitypressdigital.com/view/journals/consoc/1/1/article-p99.xml> (Accessed 20.04.2023)

#### UDC 004.051

#### DIGITAL ECOSYSTEMS: THE NETWORKED FUTURE

Ivanov I.A., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Science and Humanities»  
iia21s099@student.bmstu.ru

Koltsov A.V., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Science and Humanities»  
kav21s002@student.bmstu.ru

Supervisor: Kunyaeva M.Y., Senior Lecturer

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Linguistics»

The article presents a study of digital ecosystems, advantages and disadvantages. In the digital era, technology plays a crucial role in every aspect of our live, transforming the way we interact with the world around us. The rise of digital ecosystems has created a vast network of interconnected entities, including businesses, customers, and governments, that work together to generate value and drive growth [1].

At its core, a digital ecosystem is a complex system of interactions between various entities that depend on each other to succeed. Successful digital ecosystems require collaboration and communication between stakeholders to achieve common goals. In a digital ecosystem, companies are no longer operating in isolation, but rather as part of a larger network that enables them to access new markets, customers, and resources [2].

One of the key benefits of a digital ecosystem is the ability to leverage data to drive innovation and growth. Data is the foundation of digital ecosystems, providing insights and

analysis that power businesses' operations. By sharing data and insights, companies within a digital ecosystem can gain a better understanding of their customers' needs and preferences, anticipate trends, and optimize their products and services accordingly [1].

Another critical element of a successful digital ecosystem is collaboration. In a digital ecosystem, stakeholders must work together to achieve a common goal, whether it's creating a new product or service, improving an existing one, or addressing a societal challenge. Collaboration fosters a culture of innovation and creativity, enabling stakeholders to pool their resources and expertise to create new solutions that are greater than the sum of their parts [2].

Digital ecosystems also pose significant challenges. Due to the growing number of stakeholders within a digital ecosystem grows the complexity of managing them. Data privacy and security are also major concerns, as the exchange of data between stakeholders creates new risks and vulnerabilities. Furthermore, creating a level playing field for all stakeholders within a digital ecosystem can be difficult as some companies may have more resources or expertise than others [3].

To overcome these challenges, companies must adopt a holistic approach to building and managing digital ecosystems. This includes developing clear governance frameworks that promote transparency, accountability, and fairness. It also involves investing in robust cybersecurity measures to protect against data breaches and cyber-attacks.

And in conclusion, we have to mention that digital ecosystems are transforming the way businesses operate and create value in the digital age. By embracing digital ecosystems, companies can unlock new opportunities for growth and innovation, while also contributing to the development of a more sustainable and inclusive digital economy.

#### References

1. Better together: harnessing the power of digital ecosystems // Endava. 2023. URL: <https://www.endava.com/en/blog/Business/2023/better-together-harnessing-the-power-of-digital-ecosystems> (Accessed: 20.04.2023)
2. Digital transformation // TechTarget. 2019. URL: <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/digital-ecosystem> (Accessed 20.04.2023)
3. Digital ecosystems as social institutions: exploring the role of consumption through four research streams of digital ecosystems // Bristol University Press. 2022. URL: <https://bristoluniversitypressdigital.com/view/journals/consoc/1/1/article-p99.xml> (Accessed 20.04.2023)

#### УДК 620.197.2

#### АНТИПРИГАРНОЕ КЕРАМИЧЕСКОЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ильенко Н.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Машиностроительные технологии»

ilyenko14@yandex.ru

Научный руководитель: Репкина Л.И., к.п.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Сварка — это производственный процесс, при котором материалы, обычно металлы или термопласты, образуют неразъёмное соединение при сплавлении. Одним из множества различных сварочных процессов является дуговая сварка, при которой используется сварочный источник питания для создания и поддержания электрической дуги между электродом и основным материалом для расплавления металла в точке сварки.

Известно, что недостатком, связанным со сваркой металла, является то, что в процессе образуются значительные сварочные брызги, которые состоят из элементов, присутствующих как в свариваемом изделии, так и в процессе сварочном электроде или проволоке. К таким элементам относятся железо, алюминий и кремний. Сварочные брызги — это металл, который разбрызгивается под воздействием сильного тепла дуги, что вызывает кипение расплавленного металла, в результате чего из дуги разбрызгиваются капли расплавленного или жидкого металла. Когда используется сопло, например, как в процессах сварки MIG (Metal Inert Gas - дуговая сварка в защитной среде инертного газа) или TIG (Tungsten Inert Gas - дуговая сварка с использованием неплавящегося электрода под защитой инертных газов), жидкий или расплавленный металл со временем накапливается на сопле и наконечнике во время непрерывного использования. В дополнение к высоким температурам сварки, такие факторы, как неправильная установка силы тока, скорость подачи проволоки и тип свариваемого основания, вызывают разбрызгивание при сварке.

Сварочные брызги прилипают к заготовке и различным частям сварочной горелки, включая наконечник и сопло, что влияет на качество сварного шва, забивая сопло, а также на долговечность и производительность сварочной горелки, вызывая быстрый износ наконечника и сопла. Это особенно актуально при сварке MIG, при которой электродная проволока и газ подаются непосредственно через наконечник и сопло сварочной горелки. [1]

Традиционный метод очистки, используемый при автоматизированной сварке, заключается в расширении сварочного наконечника и сопла лезвием. Однако этот процесс часто сильно повреждает сопло. Кроме того, очистка носит временный характер, и ее, возможно, придется повторять через каждые несколько проходов, чтобы на деталях не скапливались значительные брызги. В зависимости от процесса сварки и типа используемого материала и оборудования традиционный узел сварочного наконечника и сопла требует удаления сварочных брызг примерно после трех сварочных операций, т. е. после формирования примерно трех сварных швов, чтобы обеспечить надлежащее формирование шва. Удаление брызг, однако, замедляет процесс сварки и снижает его эффективность, поскольку требует захвата и отделения брызг от сопла плоскогубцами или расширения сопла.

Решение проблемы налипания накипи – покрытие, предотвращающее разбрызгивание на подложку. Состав покрытия и получаемое в результате брызгозащитное покрытие особенно подходят для задач, связанных с высокими температурами, таких как сварка. Например, состав покрытия может быть использован для образования покрытий против брызг на сварочных устройствах. Основой высокоэффективных свойств защиты от брызг является нитрид бора - один из наиболее важных промышленных керамических материалов для применения на высокопроизводительных предприятиях. Состав покрытия может опционально содержать другие наполнители, как пролонгирующие, так и усиливающие антипригарные свойства, которые также могут служить в сочетании с антиадгезионным средством для улучшения свойств покрытия, препятствующего разбрызгиванию. Конкретными примерами таких наполнителей являются каолин, мел, тальк, карбонат кальция, силикаты, диоксид титана, оксид цинка и др. После нанесения покрытие высыхает за счет испарения растворителя в течение 5–10 секунд при комнатной температуре. После начала процесса сварки покрытие затвердевает на поверхности оборудования за счет выделяемого тепла.

Керамическое защитное покрытие обладает уникальными свойствами. Удивительно, но более 200 сварочных операций могут выполняться без прерывания сварочного процесса. Таким образом, покрытие, препятствующее разбрызгиванию,

позволяет узлу сварочного наконечника и сопла поддерживать приемлемый уровень потока газа к сварному шву при многократном выполнении сварочных операций и снижает вероятность получения дефектного сварного шва.

Отечественная разработка в области сварочных антипригарных покрытий анонсирована в январе 2023 года. Ростех разработал и запустил производство брызгозащитного материала «CERASHIELD-BN» [2], который используется при автоматической сварке на крупных предприятиях и ранее поставлялся из-за рубежа. Производство организовано на базе Уральского Научно-Исследовательского Химического Института (УНИХИМ), мощностей которого достаточно, чтобы полностью покрыть потребности российских предприятий в такой продукции. Материал разработан в ответ на запрос предприятий, перед которыми стоит вопрос импортозамещения продукции зарубежных компаний; он представляет собой аэрозольное керамическое покрытие повышенной стойкости на основе нитрида бора.

CERASHIELD-BN ничем не уступает зарубежным аналогам, при этом является более экономичным. Может применяться в автомобильной и авиационной промышленности, судостроении, на любом предприятии, где применяется автоматическая сварка. [3]

#### Список литературы

1. Rawls N.M.. Coating composition and anti-spatter coating formed therefrom. United States. Patent US 20150056394A. Inventor; ND Industries, Inc., assignee. Pub. Date: 26.02.2015.
2. Защитное керамическое покрытие CERASHIELD BN. URL: <https://www.unichim.ru/him-produkty/zashitnoe-keramicheskoe-pokrytie-cerashield-bn/> (Дата обращения 08.05.2023).
3. Ростех создал материал для автоматической сварки взамен зарубежных аналогов. URL: <https://weldex.ru/ru/media/news/2023/february/02/> (Дата обращения 04.05.2023).

#### UDC 620.197.2

#### ANTI-SPATTER CERAMIC COATING FOR WELDING EQUIPMENT

Ilyenko N.I., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Mechanical Engineering»

ilyenko14@yandex.ru

Thesis advisor: Repkina L.I., C.P.Sc., Associate Professor

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Linguistics»

Welding is a fabrication process that joins materials, usually metals or thermoplastics, by causing melting and coalescence. One of the various welding processes is arc welding, which uses a welding power supply to create and maintain an electric arc between an electrode and the base material to melt metal at the welding point.

One of the disadvantages associated with welding of metal is that the process generates substantial weld spatter, which is made up of elements found in both the workpiece that is being welded and the welding electrode or wire. These elements include iron, aluminum, and silicon. Weld spatter is metal that is spattered by extreme heat of the arc, which causes the molten metal to boil so that droplets of molten or liquid metal are sprayed from the arc. When a nozzle is used, such as in MIG (metal inert gas) or TIG (tungsten inert gas) welding processes, the liquid or molten metal over time builds up on the nozzle and tip during continuous use. In addition to high welding temperatures, factors such as improper amperage setting, wire feed rate, and the type of the substrate being welded cause weld spatter.

Weld spatter adheres to the workpiece and various parts of the welding gun, including the tip and nozzle, thus affecting the quality of the weld by obstructing the nozzle and the longevity and performance of the welding gun by causing rapid deterioration of the tip and nozzle. This is especially true in MIG welding, in which the electrode wire and gas are supplied directly through the tip and the nozzle of the welding gun. [1]

The traditional cleaning method used in automated welding is reaming the weld tip and nozzle with a blade. This process, however, is often quite damaging to the nozzles. Additionally, the cleaning is only temporary and may have to be repeated every few parts to keep the parts free of significant spatter build-up. When using a traditional welding tip and nozzle assembly, weld spatter must be removed from the welding gun at frequent intervals to ensure proper weld formation. Depending on the welding process and the type of material and equipment used, the traditional welding tip and nozzle assembly requires removal of weld spatter as frequently as after about three welding operations, i.e., after forming about three welds. Removal of spatter, however, slows the welding process and reduces the efficiency of the process, as it requires grasping and separating the spatter from the nozzle with pliers or reaming the nozzle.

The solution to the problem of scale sticking is a coating that prevents splashing on the substrate. The composition of the coating and the resulting spray-proof coating are particularly suitable for applications involving high temperatures, such as welding. For example, a coating composition can be used to form anti-spatter coatings on welding devices. The basis for the highly effective anti-spatter properties is boron nitride, one of the most important industrial ceramics for high-performance applications. The coating composition may optionally comprise other fillers such as extending and/or reinforcing fillers, which may also serve in combination with the release agent for improving properties of the anti-spatter coating. Specific examples of fillers are kaolin, chalk, talcum powder, calcium carbonate, silicates, titanium dioxide, zinc oxide, etc. Once applied, the coating dries by solvent evaporation within 5 to 10 seconds at room temperature. Once the welding process begins, the coating hardens on the equipment surface by the heat generated. This provides optimum spatter repellent properties, especially for these severe operating conditions.

The ceramic protective coating has unique features. Surprisingly, over at least 200 welding operations can be performed continuously without interrupting the welding operation. The anti-spatter coating therefore allows the welding tip and nozzle assembly to maintain an acceptable level of gas flow to the weld through multiples runs of welding operations, and reduces the likelihood of producing a defective weld.

The domestic development in the field of welding anti-spatter coatings was announced in January 2023. Rostec has developed and put into production the anti-spatter material “CERASHIELD-BN” [2], which is used in automatic welding at large enterprises and was previously supplied from abroad. Production has been established on the basis of the Ural Research Chemical Institute (UNICHIM), which has enough capacity to completely cover the needs of Russian enterprises in such products. The material was developed at the request of enterprises facing the issue of import substitution of products of foreign companies. It is an aerosol ceramic coating of increased resistance based on boron nitride.

CERASHIELD-BN is nothing inferior to the foreign analogues, while it is also more cost effective. It can be used in the automotive and aviation industries, shipbuilding, at any enterprise where automatic welding is used. [3]

#### References

1. Rawls N.M. Coating composition and anti-spatter coating formed therefrom. United States. Patent US 20150056394A. Inventor; ND Industries, Inc., assignee. Pub. Date: 26.02.2015.



2. Защитное керамическое покрытие CERASHIELD BN. URL: <https://www.unichim.ru/him-produkty/zashitnoe-keramicheskoe-pokrytie-cerashield-bn/> (Дата обращения 08.05.2023).
3. Ростех создал материал для автоматической сварки взамен зарубежных аналогов. URL: <https://weldex.ru/ru/media/news/2023/february/02/> (Дата обращения 04.05.2023).

## УДК 008

### ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ SCADA СИСТЕМ В АТОМНОЙ/ГАЗОВОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Квиникадзе М.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

marusa2901@mail.ru

Научный руководитель: Заспа О.А., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Атомная энергетика, несмотря на высокие затраты, имеет сегодня большие перспективы развития. Это чрезвычайно рентабельно, поскольку не предполагает добычи топлива. Кроме того, эта отрасль в России очень развита. Системы SCADA играют огромную роль в эксплуатации атомных электростанций (АЭС). До 2016 года российские АЭС в основном использовали системы SCADA, созданные в Германии или США. Нет никаких сомнений в том, что в ближайшем будущем Россия будет использовать отечественные альтернативы для большинства объектов, таких как тепловые или атомные электростанции.

SCADA представляет собой систему контроля и сбора данных. Это компьютерная система, предназначенная для сбора и анализа данных в режиме реального времени. Он используется для контроля и мониторинга оборудования и производственных процессов в различных отраслях промышленности в различных областях, таких как водоснабжение и контроль отходов, телекоммуникации, переработка нефти и газа, производство электроэнергии и транспортировки. SCADA системы были впервые использованы в 1960-х годах.

Таким образом, SCADA в значительной степени ограничило вмешательство человека. Системы SCADA в целом не представляют собой основную систему управления соответствующей технологией, но в большей степени ориентированы на непрерывный мониторинг и параметризацию. Программное обеспечение типа SCADA работает на более высоком уровне над оборудованием, которое соединяет и собирает данные из технологических процессов. Системы SCADA могут взаимодействовать с окружающей технологической средой через специализированные промышленные связи/сети. Они могут быть разделены на две группы на основе того, как они используют методы искусственного интеллекта для решения проблем поддержки принятия решений оператором на сложных технологических объектах, таких как АЭС.

Благодаря многим автоматизированным системам, основанным на системах SCADA, и их реализации мы можем сформировать их общую схему реализации. На самом низком уровне мы располагаем различными датчиками для сбора информации о технологическом процессе. Датчики передают информацию местным программным логическим контроллерам (PLS). PLS должен соответствовать определенному стандарту, иначе ничего не будет работать. Все компоненты системы соединены между собой каналами связи. Специальное программное обеспечение для связи обеспечивает взаимодействие системы SCADA с локальными контроллерами, контроллерами более

высокого уровня и с офисной и промышленной сетью. Важно отметить, что подсистема сигнализации, реагирующая на аномальные ситуации, является обязательной частью любой системы SCADA.

Современные системы SCADA позволяют получать данные в режиме реального времени из любой точки мира. Такой доступ к информации в режиме реального времени позволяет правительствам, предприятиям и частным лицам принимать основанные на данных решения о том, как улучшить свои процессы. Без программного обеспечения SCADA было бы крайне трудно или даже невозможно собрать достаточный объем данных для принятия постоянно обоснованных решений.

#### Список литературы

1. Таранов А.А., Фролова М.А. Направления развития SCADA систем. // Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании: Сборник трудов II Международной научно-практической конференции. 2020. Т. 1. С. 340–343.
2. Корепанов М.Б. Применение SCADA систем. Эволюция, перспективы развития и пути импортозамещения на газодобывающем предприятии. // Современные проблемы менеджмента: Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Сборник научных трудов. 2022. С. 179-204.
3. АСУ ТП и электротехника // РосАтом. 2022. URL: <https://rosatom.ru/production/asu-tp-i-elektrotehnika/> (Дата обращения 11.04.2023)

#### UDC 008

### IMPORT SUBSTITUTION OF SCADA SYSTEMS IN NUCLEAR/GAS POWER INDUSTRY

Kvinikadze M.A., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Robotics and Complex Automation»  
marusa2901@mail.ru

Supervisor: Zaspа O.A., Senior lecturer

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Linguistics»

Nuclear power industry despite the high costs has great prospects for development nowadays. It is enormously cost-effective because it does not imply fuel extraction. In addition, that industry is greatly advanced in Russia. SCADA systems have a huge role in operation of NPP (nuclear power plant). Before 2016 Russian NPPs mostly used SCADA systems created in Germany or USA. There is no doubt that in nearest future Russia will use homegrown alternatives for most of the facilities such as a thermal or nuclear power plant units.

SCADA stands for Supervisory Control and Data Acquisition. It is a computer system designed to gather and analyze real-time data. It is used to control and monitor the equipment and manufacturing processes in various industries in different fields such as water and waste control, telecommunications, oil and gas refining, power generation, and transportation. SCADA systems were used for the first time in the 1960s.

Thus, it has reduced human intervention to a great extent. SCADA systems in general do not represent main control system of the corresponding technology, but focus more on continuous monitoring and parametrization. The SCADA type of software is operated on a higher level above the hardware that connects and gathers data from the technological processes. SCADA systems can communicate with the surrounding technological environment through specialized industrial links/networks. They can be divided into two groups on the basis of how

they use artificial intelligence techniques to solve the problems of support decision-making by the operator in a complex technological facility such as a nuclear power plant unit.

Due to many automated system projects, that are based on SCADA systems, and their realization make it possible for us to form their general implementation scheme. On the lowest level we have various sensors to collect information about the technological process flow. Sensors pass information to local programming logical controllers (PLS). PLS should correspond to certain standard, otherwise nothing is going to work. All the components of the system are connected by communication channels with each other. Special communication software provides interactions of SCADA system with local controllers, controllers of higher level and with office and industrial network. It is important to mention that the subsystem of alarms that reacts to abnormal situations is a mandatory part of any SCADA system.

Modern SCADA systems allow real-time data from the plant floor to be accessed from anywhere in the world. This access to real-time information allows governments, businesses, and individuals to make data-driven decisions about how to improve their processes. Without SCADA software, it would be extremely difficult if not impossible to gather sufficient data for consistently well-informed decisions.

#### References

1. Таранов А.А., Фролова М.А. Направления развития SCADA систем. // Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании: Сборник трудов II Международной научно-практической конференции. 2020. Т. 1. С. 340–343.
2. Корепанов М.Б. Применение SCADA систем. Эволюция, перспективы развития и пути импортозамещения на газодобывающем предприятии. // Современные проблемы менеджмента: Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Сборник научных трудов. 2022. С. 179-204.
3. АСУ ТП и электротехника // РосАтом. 2022. URL: <https://rosatom.ru/production/asu-tp-i-elektrotehnika/> (Дата обращения 11.04.2023)

#### УДК 004.8

#### ИГРОВАЯ ИНДУСТРИЯ В РОССИИ К 2022

Коротченко Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Хаддад Н.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Руководитель: Капранова Л.В.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Рост игровой индустрии наблюдается в последние десятилетия. К 2022 году российская игровая индустрия выросла в геометрической прогрессии по сравнению с 20 веком. Рост игровой индустрии привёл к притоку инвестиций и талантов в страну, что открывает новые перспективы и точки роста. Это, в свою очередь, позволяет российским разработчикам создавать инновационные и ультрасовременные игры.

Важно упомянуть, что влияние игровой индустрии настолько велико, что она оказала серьезное воздействие на экономику страны. Она дала тысячи рабочих мест и принесла миллиарды долларов дохода, что оказало положительное влияние на всю экономику, позволив стране стать крупным игроком на мировом рынке [1].

Кроме денежного потенциала, инновационная и ультрасовременная российская игровая индустрия привлекает новое поколение разработчиков, способных создавать как

технически, так и коммерчески успешные проекты. Новое поколение также приносит с собой новую волну творчества. Разработчики создают игры, которые одновременно являются визуально ошеломляющими и технически сложными, что свидетельствует о том, что индустрия также оказывает положительное влияние на культуру.

Всё это позволяет стране проявить свой творческий потенциал и создавать игры нового поколения, которые одновременно являются развлекательными и заставляющими задуматься.

Очевидно, что у игровой индустрии есть своя отрицательная сторона. Создание игр обычно дорого стоит, поскольку требует найма талантливых разработчиков, дизайнеров, музыкантов, актеров озвучивания, а также оплаты оборудования, лицензий на программное обеспечение и маркетинг. Из-за этого индустрия не может существовать в полной мере без государственной поддержки.

Существуют также проблемы с точки зрения способности отрасли конкурировать на мировом рынке [2]. Индустрии еще предстоит пройти долгий путь, прежде чем она сможет конкурировать с ведущими мировыми игровыми компаниями. Это требует от индустрии продолжать внедрять инновации и создавать игры.

Важно не забывать и о негативных последствиях игр, как игровая зависимость. Как и любая другая форма развлечения, игры могут вызывать привыкание, а чрезмерное увлечение игрой может привести к негативным последствиям, включая плохую успеваемость на работе или в школе, социальную изоляцию и даже проблемы с физическим здоровьем [3]. Поэтому важно развивать сознательность населения относительно данного вопроса, для чего можно внедрить обсуждения об играх и их вреде в учебных заведениях.

Таким образом, несмотря на успех отрасли, всё ещё существуют проблемы, которые необходимо решать. Они включают в себя обеспечение того, чтобы отрасль хорошо регулировалась и чтобы правительство оказывало ей адекватную поддержку и контроль.

Итак, в заключение мы хотим подчеркнуть, что к 2022 году российская игровая индустрия значительно вырастет. Эта отрасль стала крупным игроком на мировом рынке. При поддержке правительства российские разработчики могут создавать инновационные и ультрасовременные игры, которые являются как технически, так и коммерчески успешными, что приводит к притоку инвестиций и талантов в страну.

#### Список литературы

1. Бум игровой индустрии в России: на что геймеры тратят деньги. URL: <https://russia-promo.com/blog/game-industry-boom-in-russia-2021> (Дата обращения 13.04.2023)
2. Как российский игровой рынок вышел на новый уровень во время пандемии. URL: [https://news.itmo.ru/en/university\\_live/leisure/news/10427/](https://news.itmo.ru/en/university_live/leisure/news/10427/) (Дата обращения 11.04.2023)
3. Индустрия видеоигр в России - статистика и факты. URL: <https://www.statista.com/topics/6909/video-games-industry-in-russia/#topicOverview>. (Дата обращения 09.04.2023)

**UDC 004.8****THE GAMING INDUSTRY IN RUSSIA BY 2022**

Korotchenko E.A., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social and Humanitarian Sciences»

Haddad N.S., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Sciences and Humanities»,  
Supervisor: Kapranova L.V.

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Linguistics»

The growth of the gaming industry has been observed in recent decades. By 2022, the Russian gaming industry has grown exponentially compared to the 20th century. The growth of the gaming industry has led to an influx of investment and talent into the country, which opens up new prospects and growth points. This, in turn, allows Russian developers to create innovative and cutting-edge games. Currently, the Russian gaming industry is home to some of the most successful and popular games in the world, for example, "Atomic Heart".

It is important to mention that the influence of the gaming industry is so great that it has had a serious impact on the country's economy. This has created thousands of jobs and generated billions of dollars in revenue. This had a positive impact on the entire economy, allowing the country to become a major player in the global market [1].

In addition to monetary potential, the innovative and cutting-edge Russian gaming industry attracts a new generation of developers capable of creating both technically and commercially successful projects. The new generation also brings with it a new wave of creativity. Developers create games that are both visually stunning and technically challenging at the same time, which shows that the industry also has a positive impact on culture.

All this allows the country to show its creative potential and create a new generation of games that are both entertaining and thought-provoking.

Obviously, the gaming industry has its own negative side. Creating games is usually expensive because it requires hiring talented developers, designers, musicians, voice actors, as well as paying for equipment, software licenses and marketing. Because of this, the industry cannot fully exist without government support.

There are also challenges in terms of the industry's ability to compete in the global market [2]. The industry still has a long way to go before it can compete with the world's leading gaming companies. This requires the industry to continue to innovate and create games.

It is important not to forget about the negative consequences of games, such as gambling addiction. Like any other form of entertainment, games can be addictive, and excessive gambling can lead to negative consequences, including poor academic performance at work or school, social isolation, and even physical health problems[3]. Therefore, it is important to develop the consciousness of the population regarding this issue, for which it is possible to introduce discussions about games and their harm in educational institutions.

Thus, despite the success of the industry, there are still problems that need to be addressed. These include ensuring that the industry is well regulated and that the government provides it with adequate support and control.

So, in conclusion, we want to emphasize that by 2022 the Russian gaming industry will grow significantly. This industry has become a major player in the global market. With the support of the government, Russian developers can create innovative and cutting-edge games that are both technically and commercially successful, which leads to an influx of investment and talent into the country.

## References

1. Бум игровой индустрии в России: на что геймеры тратят деньги. URL: <https://russia-promo.com/blog/game-industry-boom-in-russia-2021> (Дата обращения 13.04.2023)
2. Как российский игровой рынок вышел на новый уровень во время пандемии. URL: [https://news.itmo.ru/en/university\\_live/leisure/news/10427/](https://news.itmo.ru/en/university_live/leisure/news/10427/) (Дата обращения 11.04.2023)
3. Индустрия видеоигр в России - статистика и факты. URL: <https://www.statista.com/topics/6909/video-games-industry-in-russia/#topicOverview>. (Дата обращения 09.04.2023)

**УДК 34.096****ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРАВА В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ**

Кристин А.П., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

[warsom228@gmail.com](mailto:warsom228@gmail.com)

Кулакова М.С., студент.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

[mashaskulakova@yandex.ru](mailto:mashaskulakova@yandex.ru)

Руководитель: Капранова Л.В.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Право, как регулятор общественных отношений, должно соответствовать потребностям и интересам общества и тем типам отношений, которые в нем сложились. Систему права можно сравнить с живым организмом, которое реагирует на изменения в обществе и развивается вместе с ним. Так, с определенным этапом в жизни общества появлялись все новые и новые сферы, общественные отношения которых необходимо было регулировать.

Изначально право содержало самые основные правовые нормы. Например, в Древнем Риме существовал свод законов, так называемые 12 таблиц законов, которые регулировали сферу семейных и наследственных отношений, займовые операции и уголовные преступления.

Сейчас же, например, добавились нормы права, регулирующие политические, культурные, социальные, экологические, трудовые и многие другие общественные отношения.

Обществ развивалось не только в социальном, культурном, политическом и ином плане, но и в техническом. Во все сферы стали проникать информационные технологии, дополняя общественные отношения и влияя на них. Вследствие чего появилась необходимость регулирования общественных отношений в том числе с точки зрения информационно-технологического вопроса. Так, возникает новая комплексная отрасль права – информационное право.

Общественно к его появление шло постепенно, преодолевая определенные стадии технологического прогресса. К основным историческим моментам, повлиявшим на становление права стоит отнести: изобретение письменности, изобретение книгопечатания, изобретение электричества, появление персональных компьютеров, появление интернета [1].

С приходом информационных технологий, в том числе интернета, усиливается угроза распространения личных данных, касающихся частной, семейной жизни [2], что приводит к нарушению фундаментальных прав человека, закреплённых в Конституции РФ.

Вместе с данной угрозой также появляется угроза распространения секретной государственной или коммерческой информации, так как пути ее получения становятся легкодоступными.

Интеграция информационных технологий во все общественные отношения и невозможность существования их без информации, коммуникации, ставит перед представителями правовой системы необходимость в формировании системы цифрового права, которая бы регулировала информационную сферу всех общественных отношений.

На данный момент в России существует около 200 нормативно-правовых актов, связанных с информацией. Часть из них содержится в Конституции РФ, часть в отдельных Федеральных Законах и подзаконных актах. Современное информационное право строится на следующих принципах: свобода поиска, получения, передачи, производства и распространения информации любым законным способом, установление ограничений доступа к информации только федеральными законами, открытость информации о деятельности государственных органов и органов местного самоуправления и свободный доступ к такой информации, кроме случаев, установленных федеральными законами, равноправие языков народов РФ при создании информационных систем и их эксплуатации, обеспечение безопасности РФ при создании информационных систем, их эксплуатации защите содержащейся в них информации и т. д.

Однако несмотря на уже имеющееся законодательство, существует ряд проблем, связанных с информационным правом:

- так называемая проблема «информационного общества», которая заключается в установлении связи между информацией и правом, создании методов регулирования отношений, связанных с информацией;

- неоднозначность понятия «информации», в том числе как предмета правового регулирования;

- проблема информационного пространства [3]. Поскольку информация пронизывает буквально каждую ячейку общества, выделить информационное право в отдельную самостоятельную отрасль становится практически невозможно;

- проблема информационно-технологической инфраструктуры – помимо регулирования общественных отношений, важно сделать так, чтобы у каждого был доступ к информации, на которую он имеет право.

Таким образом, рассмотрев понятие информационного права, его историю развития и основные проблемы можно сделать вывод, что:

- информационное право становится одной из основополагающей отраслей права, так как проблема информации затрагивает абсолютно все общественные отношения;

- информационному праву предстоит претерпеть глобальную модернизацию, вероятнее всего создать свои собственные методы контроля и регулирования, так как информация не похожа на предметы регулирования других отраслей права;

- развитие информационного права и решение основополагающих проблем благотворно скажется на уровне жизни общества, так как позволит защитить личные фундаментальные права человека.

#### Список литературы

1. Алферов А.Н. Информационное право в системе отраслей права // Сибирский юридический вестник. 2007. № 4 (39). С. 3-6.
2. Баранов А.А. Информационная безопасность и информационное право // Информационная безопасность регионов. 2013. № 2 (13). С. 105-110.

3. Никодимов И.Ю. Современные проблемы теории информационного права // Вестник Московского лингвистического университета. Образование и педагогические науки. 2016. С. 105-117.

### UDC 34.096

#### PROBLEMS OF INFORMATION LAW IN MODERN SOCIETY

Kristin A.P., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social and Humanitarian Sciences»

warsom228@gmail.com

Kulakova M.S., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social and Humanitarian Sciences».

mashaskulakova@yandex.ru

Supervisor: Капранова Л.В.

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Linguistics»

Law, as a regulator of social relations, must correspond to the interests of society and the types of relations that have developed in it. The system of rights can be compared to a living body that reacts to changes in society and develops along with it. So, with the certain stage in society, more and more new spheres of life have changed, social relations of which had to be regulated.

Initially, the law contained the most basic legal norms. For example, in ancient Rome they had a list of laws, which contained 12 tables, which regulated the spheres of family and inheritance relations, borrowing operations and criminal cases.

Nowadays, for example, the rules of law regulating political, cultural, social, environmental, labor and many other social relations have been added.

Society developed not only in social, cultural, political and other terms, but also in technical terms. Information technologies began to penetrate into all spheres, supplementing social relations and influencing them. As a result, it became necessary to regulate social relations including the information – technology issue. That is how a new complex branch of law appears - information law.

Society went gradually to its appearance, overcoming certain stages of technological progress. The main historical moments that influenced the formation of law include: the invention of writing; the invention of printing; the invention of electricity; the invention of personal computers; the invention of the Internet [1].

With the rise of information technologies, including the Internet, the threat of dissemination of personal data relating to private, family life is increasing [2], which leads to a violation of fundamental human rights enshrined in the Constitution of the Russian Federation.

Along with this threat, there is also the threat of the dissemination of secret state or commercial information, since the ways to obtain it become easily accessible.

The integration of information technologies into all social relations and the impossibility of their existence without information, communication, makes it necessary for representatives of the legal system to form a system of digital law that would regulate the information side of all social relations.

At the moment in Russia there are about 200 legal acts related to information. Some of them are contained in the Constitution of the Russian Federation, some in separate Federal Laws and by-laws. Modern information law is based on principles such as freedom to seek, receive, transmit, produce and distribute information in any legal way, establishment of restrictions on access to information only by federal laws, openness of information about the activities of state



bodies and local governments and free access to such information, except in cases established by federal laws, equality of languages of the peoples of the Russian Federation in the creation of information systems and their operation, ensuring the security of the Russian Federation when creating information systems, their operation, protecting the information contained in them and etc.

However, despite existing rights, there are a number of problems related to information law:

- the so-called problem of the "information society", which consists in establishing a connection between information and law, creating methods for regulating relations related to information;

- the unclearness of the concept "information", including as a subject of legal regulation;

- the problem of the information space [3]. Since information pierces literally every cell of society, it becomes practically impossible to single out information law as a separate independent branch.

- the problem of information technology infrastructure - in addition to regulating public relations, it is important to make sure that everyone has access to the information to which he has the right.

So, considering the concept of information law, its history of development and the main problems, we can conclude that:

- information law is becoming one of the fundamental branches of law, since the problem of information affects absolutely all social relations

- information law will have to endure global modernization, most likely to create its own methods of control and regulation, since information is not similar to the subjects of regulation of other branches of law

- the development of information law and the solution of fundamental problems will have a beneficial effect on the standard of living of society, as it will protect personal fundamental human rights

#### References

1. Алферов А.Н. Информационное право в системе отраслей права // Сибирский юридический вестник. 2007. № 4 (39). С. 3-6.
2. Баранов А.А. Информационная безопасность и информационное право // Информационная безопасность регионов. 2013. № 2 (13). С. 105-110.
3. Никодимов И.Ю. Современные проблемы теории информационного права // Вестник Московского лингвистического университета. Образование и педагогические науки. 2016. С. 105-117.

#### УДК 004.85

#### РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ В РОССИИ

Макаров И.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и Гуманитарные науки»

Ivanmakarovxy@gmail.com

Титов И.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и Гуманитарные науки»

titovis@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Капранова Л.В., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

За последнее десятилетие система распознавания лиц развивалась крайне стремительно. Системы закрытой трансляции телевидения (CCTV) сегодня мгновенно

---

Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвященная 170-летию В.Г. Шухова

устанавливают личность человека, его пол и возраст. Эта технология скоро станет привычным явлением и в России.

Существует несколько различных способов работы системы распознавания лиц (СРЛ), но, несмотря на большое разнообразие алгоритмов, можно выделить общую структуру процесса распознавания лиц:

Шаг 1: Распознавание лиц – обнаружение и локализация человека, который может быть один или находиться в толпе.

Шаг 2: Анализ лица – разделение лица на различимые области, отражающие уникальные черты конкретного человека.

Шаг 3: Сопоставление – сравнение рассчитанных характеристик со стандартами, встроенными в базу данных [1].

Существует ряд методов, облегчающих и повышающих точность идентификации по лицу. Одним из них является использование градиентов – по сути, с их помощью полученное изображение заменяют версией, которая подчеркивает детали, наиболее важные для распознавания лиц [2]. В этом случае каждый пиксель заменяется соответствующей световой характеристикой, которая показывает, как яркость пикселя сравнивается с окружающими пикселями. Это относительное измерение облегчает идентификацию одного и того же лица при различных формах освещения.

Другой подход – это проекция. В этом случае 2D-фотография проецируется на 3D-модель. Когда лицо накладывается на 3D-модель, выявляются отличительные характеристики, которые было бы сложнее найти на статичном и плоском изображении. Проекция позволяет преодолеть трудности, присущие 2D-распознаванию лиц. Благодаря этой технологии не требуется изображение, сделанное в идеальных условиях, чтобы добиться высокой точности [3].

*Текущий этап внедрения СРЛ.*

На данный момент Россия уже добилась определенного прогресса во внедрении систем распознавания лиц. По официальным данным, только в московском метрополитене в качестве средства профилактики преступности установлено более двухсот тысяч камер видеонаблюдения. Эта технология также начала использоваться в коммерческом секторе. К концу предыдущего года количество установок СРЛ в фитнес-клубах увеличилось с 62 установок в 2021 году до 101 установки в 2022 году. Также планируется распространить внедрение на всю страну.

Мы выделили пять рекомендаций для дальнейшего внедрения в России:

1) Единая биометрическая система. Система баз данных, которая сможет обеспечить безопасность хранения данных, доступ к которым коммерческие компании смогут получить, пройдя аккредитацию.

2) Унифицированный стандарт алгоритмов работы системы распознавания лиц. Постоянно обновляемый стандарт для объединения общих усилий по разработке и минимизации ошибок распознавания

3) Ненавязчивый характер внедрения. Исключительно добровольное участие получателей в системе для коммерческого сектора.

4) Прозрачность разрабатываемой структуры. Масштабная рекламная кампания по разъяснению принципов работы, преимуществ и последствий использования системы для граждан России.

5) Разработка и внедрение правовых документов, формирующих свод законов об использовании биометрических данных.

## Список литературы

1. Buciu I., Gacsadi A. Biometrics systems and technologies: a survey. // International Journal of Computers Communications & Control. 2016. № 11 (3). pp. 315-330.
2. Kamel H. R. Design and Implementation of a Face Recognition System Based on API mobile vision and Normalized Features of Still Images // Procedia Computer Science. 2021. № 194. pp. 32-44.
3. Alzubaidi A., Kalita J. Authentication of smartphone users using behavioral biometrics // IEEE Communications Surveys & Tutorials. 2016. № 18 (3). pp. 1998-2026.

**UDC 004.85****IMPLEMENTATION OF A FACE RECOGNITION SYSTEM IN RUSSIA**

Makarov I.A., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Science and Humanities»  
ivanmakarovxy@gmail.com

Titov I.S., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Science and Humanities»  
titovis@student.bmstu.ru

Supervisor: Kapranova L.V., Senior lecturer

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Linguistics»

Face recognition system has advanced by leaps and bounds over the last decade. Closed-circuit television (CCTV) today instantly establishes the identity of a person, his gender and age. The technology will soon become a familiar phenomenon in Russia.

There are several different ways the face recognition system (FRS) works, but despite the wide variety of algorithms, it is possible to distinguish the general structure of the face recognition process:

Step 1: Face Recognition – detection and localization of a person who may be alone or in a crowd.

Step 2: Face Analysis – dividing face into distinguishable landmarks – unique features of a particular person.

Step 3: Comparison – comparison of the calculated characteristics with the standards built into the database [1].

There have been a number of methods developed to make facial identification easier and more accurate. One of these is gradients – essentially, this replaces the image taken with a version that emphasizes the details most relevant to face recognition [2]. In this case, every pixel is replaced with a relative lighting representation, meaning that it shows how the pixel's brightness compares to the surrounding pixels. This relative measurement makes it easier to identify the same face throughout multiple forms of lighting.

Another approach is projection. This is when a 2D photo is projected onto a 3D model – say, for instance, a cylinder. When a face is wrapped around a 3D model, distinguishing characteristics are revealed that would be more difficult to find in a static and flat image. Projection lets you overcome the difficulties inherent to 2D facial recognition. With this technology, you don't need an image taken under ideal conditions in order to achieve great precision.[3].

*The current stage of the implementation of the FRS.*

At the moment, Russia has already made some progress in implementing facial recognition systems. According to official data, more than two hundred thousand video surveillance cameras have been installed in the Moscow metro alone as a means of crime

prevention. This technology has also started to be used in the commercial sector. By the end of the previous year, the number of FRS installations in fitness clubs increased from 62 installations in 2021 to 101 installations in 2022. It is also planned to extend the implementation to the whole country.

We have identified five recommendations for further implementation in Russia:

1. Unified biometric system. A database system that will be able to ensure the security of data storage, access to which commercial companies will be able to obtain by passing accreditation.

2. Unified standard of algorithms for the operation of the facial recognition system. A constantly updated standard for combining common efforts to develop and minimize recognition errors

3. The unobtrusive nature of the implementation. Exclusively voluntary participation of recipients in the system for the commercial sector.

4. Transparency of the structure being developed. A large-scale advertising campaign to explain the principles of operation, advantages and consequences of using the system for Russian citizens.

5. Development and implementation of legal documents forming a set of laws on the use of biometric data.

#### References

1. Buciu I., Gacsadi A. Biometrics systems and technologies: a survey. // International Journal of Computers Communications & Control. 2016. № 11 (3). pp. 315-330.
2. Kamel H. R. Design and Implementation of a Face Recognition System Based on API mobile vision and Normalized Features of Still Images // Procedia Computer Science. 2021. № 194. pp. 32-44.
3. Alzubaidi A., Kalita J. Authentication of smartphone users using behavioral biometrics // IEEE Communications Surveys & Tutorials. 2016. № 18 (3). pp. 1998-2026.

#### УДК 004.9

#### РЕВОЛЮЦИЯ ИИ В РОССИИ: ОТ НАУКИ К РЕАЛЬНОСТИ

Селеменив Р.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

solomenckov.petya@ya.ru

Сиканов М.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

max.4251474@yandex.ru

Научный руководитель: Куняева М.Ю., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Искусственный интеллект стал важным достижением научной мысли, так же как и разработки Шолохова в свое время. С помощью искусственного интеллекта мы упрощаем свою жизнь и решаем те задачи, за которые раньше побоялись бы взяться, потому развитие в сфере ИИ является одной из актуальнейших задач. Стоит отметить, что российское правительство вкладывает значительные средства в исследования и разработки в области искусственного интеллекта. Начнем с того, что в 2019 году президент Владимир Путин подписал указ с изложением стратегии развития искусственного интеллекта в стране, в котором подчеркивается приверженность правительства содействию развитию искусственного интеллекта [1]. Кроме того, было

создано несколько институтов, таких как Национальный центр когнитивных технологий, Институт проблем искусственного интеллекта и Московский физико-технический институт, для поддержки исследований и разработок в области искусственного интеллекта.

Однако, несмотря на усилия правительства, индустрия искусственного интеллекта в России сталкивается с рядом проблем. Одной из наиболее серьезных является недостаток финансирования, который препятствует росту и развитию стартапов. Кроме того, существует нехватка квалифицированных специалистов для удовлетворения высокого спроса в сфере искусственного интеллекта. В результате многие талантливые люди покидают страну в поисках лучших возможностей [2].

Тем не менее, индустрия искусственного интеллекта в России добилась значительного прогресса в разработке приложений для различных секторов [3]. Например, системы на базе искусственного интеллекта в настоящее время используются в здравоохранении для диагностики заболеваний и разработки планов лечения. Кроме того, в финансовом секторе искусственный интеллект используется для выявления мошеннических действий и улучшения управления рисками. Аналогичным образом, ИИ используется на транспорте для оптимизации транспортных потоков и уменьшения заторов на дорогах.

В заключение следует отметить, что искусственный интеллект – это быстро развивающаяся область, которая обладает потенциалом для преобразования различных секторов экономики. Россия добилась значительных успехов в исследованиях и разработках в области искусственного интеллекта, и ожидается, что продолжающиеся инвестиции правительства в эту область будут способствовать росту отрасли. Несмотря на то, что существуют проблемы, требующие решения, будущие перспективы развития искусственного интеллекта в России выглядят многообещающими. При правильной политике и инвестициях страна может стать мировым лидером в области инноваций в области искусственного интеллекта.

#### Список литературы

1. Российская Федерация. Указ Президента РФ от 10.10.2019 N 490 "О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации" (вместе с "Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года") URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_335184/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335184/) (Дата обращения 11.04.2023)
2. Petrella S., Miller C., Cooper B. // ScenceDirect.com URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0030438720300648> (Accessed 10.05.2023)
3. Sber AI. URL: <https://ai.sber.ru/> (Accessed 10.05.2023)

**UDC 004.9****AI REVOLUTION IN RUSSIA: FROM SCIENCE FICTION TO REALITY**

Selemeniv R.M., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Science and Humanities»

[solomenckov.petya@ya.ru](mailto:solomenckov.petya@ya.ru)

Sikanov M.M., student

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Social Science and Humanities»

[max.4251474@yandex.ru](mailto:max.4251474@yandex.ru)

Supervisor: Kunyaeva M.Y., Senior Lecturer

Bauman Moscow State Technical University, Faculty «Linguistics»

AI has become an essential achievement of scientific thought, as well as Sholokhov's developments at the time. With the help of AI, we simplify our lives and solve those tasks that we would have been afraid to solve before. Therefore, the development of AI in our world is critical. Starting with government initiatives, it is worth noting that the Russian government has been investing heavily in AI research and development. To begin with, in 2019, President Vladimir Putin signed an executive order outlining the country's AI strategy, which underlines the government's commitment to promoting AI development [1]. Additionally, several institutions have been created, such as the National Center for Cognitive Technologies, the Institute for Artificial Intelligence Problems, and the Moscow Institute of Physics and Technology, to support AI research and development.

However, despite the government's efforts, the AI industry in Russia faces several challenges. One of the most significant challenges is the lack of funding, which hinders the growth and development of startups. Furthermore, there is a shortage of skilled professionals to meet the high demand for AI experts. As a result, many talented individuals leave the country to find better opportunities [2].

Nevertheless, the AI industry in Russia has made significant progress in developing applications for various sectors [3]. For example, AI-powered systems are now being used in healthcare to diagnose diseases and develop treatment plans. Additionally, in the financial sector, AI is being used to detect fraudulent activities and improve risk management. Similarly, AI is being utilized in transportation to optimize traffic flow and reduce congestion on roads.

In conclusion, AI is a rapidly evolving field that has the potential to transform various sectors of the economy. Russia has made significant strides in AI research and development, and the government's continued investment in this field is expected to drive growth in the industry. Although there are challenges to be addressed, the future prospects for AI in Russia look promising. With the right policies and investments, the country could become a global leader in AI innovation.

#### References

1. Российская Федерация. Указ Президента РФ от 10.10.2019 N 490 "О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации" (вместе с "Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года") URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_335184/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335184/) (Дата обращения 11.04.2023)
2. Petrella S., Miller C., Cooper B. // ScenceDirect.com URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0030438720300648> (Accessed 10.05.2023)
3. Sber AI. URL: <https://ai.sber.ru/> (Accessed 10.05.2023)

**РАЗДЕЛ МЫТИЩИНСКОГО ФИЛИАЛА МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА****УДК 008****СРАВНЕНИЕ СТЕКЛЯННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН И ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН С ПОЛЫМ СЕРДЕЧНИКОМ**

Алхалаби Х., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

hadeelalhalabi98@mail.ru

Научный руководитель: Удалов М.Е., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Стеклообразные оптические волокна и оптические волокна с полой сердцевиной – это два типа оптических волокон, которые используются для направления света. Несмотря на то, что оба типа волокон выполняют одну и ту же основную функцию, между ними существует несколько ключевых различий.

Принцип волновода, на котором основана работа стеклообразных оптических волокон, основывается на полном внутреннем отражении. В стеклообразном оптическом волокне свет направляется через твёрдую сердцевину, отражаясь от внутренней поверхности оболочки. Ключевой особенностью стеклообразных оптических волокон является то, что показатель преломления сердцевины выше, чем у оболочки, что позволяет обеспечить эффективное направление света. [1]

С другой стороны, существует несколько различных способов направления света в оптических волокнах с полой сердцевиной: фотонная запрещённая зона и антирезонансный эффект.

Фотонная запрещённая зона – это диапазон частот, в котором распространения электромагнитных волн по волноводу не происходит из-за периодического изменения показателя преломления среды [2].

Антирезонансный волновод создается путем использования антирезонансного эффекта в сердцевине волновода как фотонном кристалле. Антирезонансный эффект – явление, при котором световые волны подавляются в распространении через определенные области материала из-за деструктивной интерференции волн [3].

Коэффициент затухания у стеклообразных оптических волокон находится в диапазоне 0,2–0,3 дБ/км, что означает, что только 20–30 % света теряется на расстоянии 1 км. Однако волокна с полой сердцевиной могут иметь гораздо более низкий коэффициент затухания, чем стеклообразные волокна, обычно в диапазоне 0,01–0,1 дБ/км, это означает, что менее 10 % света теряется на расстоянии 1 км [1, 3].

Стеклообразные оптические волокна имеют относительно высокие значения дисперсии, особенно у многомодовых волокон. Многомодовые стеклообразные оптические волокна поддерживают разные режимы распространения света и испытывают модовую дисперсию, что ограничивает их пропускную способность и возможности передачи данных. Одномодовые стеклообразные оптические волокна, с другой стороны, имеют более низкие значения дисперсии и больше подходят для передачи данных на высокой скорости на большие расстояния.

Оптические волокна с полой сердцевиной разработаны для передачи света через полой сердечник, а не через стеклообразный сердечник. Такой дизайн уменьшает дисперсию, вызываемую материалом сердцевины, что может привести к значительно более низким значениям дисперсии, чем у стеклообразных волокон. Оптические волокна с полой сердцевиной могут иметь значения дисперсии в диапазоне от -10 до +10 пс/(нм·км), что

означает, что они могут передавать свет через более широкую полосу пропускания и на большие расстояния, чем стеклянные волокна.

Однако у оптических волокон с полым сердечником также есть некоторые недостатки по сравнению со стеклянными волокнами в терминах дисперсии. Они могут страдать от поляризационной модовой дисперсии (PMD), которая возникает, когда свет с различными состояниями поляризации распространяется по волокну с разной скоростью. Это может ограничивать их пропускную способность и возможности передачи данных, особенно в приложениях высокоскоростной передачи данных.

Стеклянные оптические волокна имеют ограниченную пропускную способность из-за высоких значений дисперсии, особенно в случае многомодовых волокон.

Оптические волокна с полым сердечником могут передавать свет через более широкий диапазон частот, что может поддерживать более высокую пропускную способность и скорость передачи данных на большие расстояния.

Оба типа волокон имеют уникальные преимущества и недостатки, которые делают их более подходящими для различных приложений. Следовательно, более вероятно, что оба типа волокон продолжат сосуществовать и использоваться в различных приложениях на основе их уникальных свойств и преимуществ.

#### Список литературы

1. Агарвал Г.П. Оптические системы связи на волоконно-оптических линиях связи: пер. с англ. М.А. Капорского. М.: ДМК Пресс, 2010. Т.1. 548 с.: ил.
2. Knight J.C., Birks T.A., Russell P.S. Фотонные запрещенные зоны в оптических волокнах // Science. 2002. Т. 296. № 5576. С. 276-279.
3. Russell P.S.J. Фотонные кристаллические волокна // Science. 2006. Т. 299. № 5605. С. 358-362.

#### УДК 630.181

### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОЛЕТНЕГО ЗАПОВЕДНОГО РЕЖИМА В ДУБРАВЕ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА РАН**

Апалькова Е.С., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство  
katushkaa.06@gmail.com

Балашова А.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство  
alla1balashova@gmail.com

Фомина А.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство  
anka.fomina01@yandex.ru

Научный руководитель: Беднова О.В., к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Проведена оценка эффективности многолетнего заповедного режима в части Останкинской дубравы на территории ГБС им. Н.В. Цицина РАН, специально выделенной ещё в 50-х гг. прошлого века для изучения динамических тенденций в лесном массиве в



условиях урбанизированной среды – так называемой Заповедной дубравы ГБС [1]. В течение времени, к сожалению, не удалось избежать проникновения стихийных рекреантов в заповедное ядро дубравы: металлический забор, которым оно в своё время было локализовано, частично со временем пришёл в негодность, появились кострища, несанкционированные пикниковые точки, которые концентрировались вокруг естественных вывалов деревьев, увеличивалось количество мусора и протопов.

Для сбора необходимой информации проведено детальное лесозоологическое обследование насаждений в границах Заповедной дубравы и окружающей её буферной зоны насаждений. Для этого заложена сеть лесозоологического мониторинга из 10 круговых пробных площадей (ПП) размером 500 м<sup>2</sup>. При выборе мест закладки руководствовались принципами рандомизированного отбора и охвата разнообразия типов лесных фитоценозов. В программу работ на ПП входили: перечень деревьев по ступеням толщины и категориям состояния; геоботанические описания травяно-кустарничкового яруса; учёт и оценка состояния естественного возобновления; учёт подлесочных пород; учёт элементов структурного разнообразия лесного биогеоценоза. Обобщение собранной информации и последующая интегральная оценка сохранности лесной среды в лесных биогеоценозах проводились с помощью индекса структурного разнообразия, построенного на основе информационной меры (индекса) Бриллюэна – одного из универсальных показателей разнообразия в теории информации [2].

Оценку полученных значений индекса проводили на основе ранжированной шкалы, разработанной для лесных участков городских особо охраняемых природных территорий: значение индекса от 1,85 и более соответствует первой и второй стадиям рекреационной изменённости лесного фитоценоза; от 1,70 до 1,85 – третьей; от 1,55 до 1,70 – переходной фазе от третьей к четвёртой стадиям (ячеистая структура фитоценоза); от 1,45 до 1,55 – четвёртой стадии; менее 1,45 – пятой стадии рекреационной дигрессии.

Полученные значения индекса структурного разнообразия для биогеоценозов заповедного ядра Останкинской дубравы находятся в диапазоне 1,63 – 1,86, а для буферной зоны – 1,69 – 1,88. Как свидетельствуют значения интегрального показателя, участки с высокой сохранностью лесной среды локально имеют место, как в заповедной, так и в буферной зонах территории, но основной фон создают биогеоценозы с умеренно обеднённой структурой. Причём для буферной зоны дубравы можно отметить более ровную и благополучную картину по современному состоянию лесных биогеоценозов. Внутри заповедного ядра явно выделяется центральная зона с наиболее полноценной биогеоценотической структурой (значение индекса 1,86), краевые зоны – качественно ниже (оцениваются как 1,66–1,76). В итоге состояние биогеоценозов в границах всего сохранившегося лесного массива в целом снивелировалось. В этом смысле очевидна неэффективность заповедного режима в границах специально локализованной части лесного массива. Как в заповедной, так и в буферной части дубравы протекают однотипные сукцессионные процессы: отмирание и выпадение старовозрастных дубовых деревьев в древесном ярусе, отсутствие благонадёжного возобновления дуба черешчатого, экспансия лещины в подлеске.

#### Список литературы

1. Рысин С.Л., Гревцова В.В. Проблемы сохранения заповедной дубравы на территории ГБС РАН: сборник материалов XX Международного научно-практического форума «Проблемы озеленения крупных городов». М.: Издательство "Перо". 2018. С. 123-126.
2. Беднова О.В., Кузнецов В.А., Андрюшин Ю.Ю. Информационно-аналитическое сопровождение мониторинга состояния лесных экосистем городских особо-

### УДК.631.8

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КАПСУЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА

Архипова А.С., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

nastya\_arhip@mail.ru

Научный руководитель: Денисова Н.Б., к.б.н. доцент,

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Проблема лесовосстановления заключается в том, что в последние десятилетия многие леса были вырублены или подверглись другим формам разрушения. В результате этого многие регионы по всему миру столкнулись с уменьшением площади лесных массивов, что привело к ухудшению качества почвы и уменьшению биоразнообразия. Поэтому предлагается использование методики по созданию капсульных удобрений пролонгированного действия в условиях городской среды и для лесовосстановления.

При проведении опыта посадка проходила на территории городской среды Московской области, г. Мытищи, дендропарк МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана в июне 2022 года. В результате эксперимента были использованы семена сосны сибирской кедровой (лат. *Pinus sibirica*) в количестве 20 штук.

Цель работы – определение целесообразности и эффективности практического применения в условиях города капсульных удобрений пролонгированного действия, оказывающих влияние на развитие и состояние в период роста древесных растений. Был проведен анализ и определены особенности лесовосстановительных мероприятий на территории Московской области; разработан алгоритм и проведены работы по изготовлению высокоэффективного минерализованного капсульного сорбента пролонгированного действия в лабораторных условиях; разработаны рекомендации по использованию капсульного удобрения пролонгированного действия в лесном хозяйстве; проведен эксперимент, показывающий влияние капсульных удобрений пролонгированного действия.

Были созданы капсульные удобрения. В результате сжигания сапропеля [1] в муфельной печи при температуре 800° формируются пористые гранулы. Они поочередно пропитывались насыщенными растворами различных минеральных удобрений, с перерывами на высушивание в сушильном шкафу; после каждого цикла «пропитки-сушки» производились замеры массы и цикл повторялся с другим минеральным удобрением и биостимулятором. В результате были получены прочные, насыщенные минеральными солями капсулы, способные разрушиться лишь при воздействии на них воды.

Проведенные испытания показали, что оптимальная продолжительность пропитки составляет 5–10 мин, меньшее время не дает полного насыщения капсулы удобрением. Увеличение продолжительности более 10 мин не дает значительного увеличения массы капсул и ведет к неоправданному росту длительности технологического процесса. Представленный способ внесения удобрения является экологически чистым, дешевым, и

эффективным. Отмечена доступность исходного сырья. В качестве наполнителей можно использовать другие минеральные удобрения в зависимости от типа почв [2].

По проведенным наблюдениям можно сделать вывод, что капсульные удобрения, пропитанные минералами и биостимуляторами, помогают саженцам быстрее и комфортней расти [3]. Также было отмечено отличие цвета хвои между саженцами с применением и без применения удобрений. Это доказывает, что внесение капсул помогает хвойным не только правильно развиваться, но и способствует поддержанию цвета хвои.

Полученные результаты доказывают эффективность применения капсульных удобрений пролонгированного действия в городской среде и лесном хозяйстве. Совместное использование капсул и биостимулятора усиливают действие друг друга, что показывает синергетический эффект. Это позволяет снизить финансовые затраты на выращивание сеянцев древесных пород в питомнике, с дальнейшей их высадкой в лесных массивах.

#### Список литературы

1. Иванова Т.А., Керечанина Е.Д. Использование сапропеля в земледелии. // Инновационные технологии развития сельскохозяйственного производства: сб.н.тр. Великие Луки: ВГСХА. 2006. С. 41-43.
2. Платонов В.В., Проскуряков В.А., Галкина И.С., Шавырина О.А., Зуев П.Д. Сапрпель. Химический состав, свойства, пути рационального использования: Доклады Международной экологии, конгресса «Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности». С-Пб. 2000. Т.1. С. 291-293.
3. Керечанина Е.Д., Иванова Т.А. Экологические аспекты использования сапропелей. // 10-ая Международная экологическая конференция. Экология России и отдельных территорий: Сб.н.тр.. Новосибирск. 2005. С. 44-46.

#### УДК 008

#### СРАВНЕНИЕ ТИПОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

Ахмад А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

be.serious123@hotmail.com

Научный руководитель: Удалов М.Е., к.т.н. доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Рассматриваются три различных типа оптических датчиков: на основе рамановского рассеяния, брэгговских решёток и интерферометра Фабри-Перо. Каждая технология имеет свои преимущества и недостатки с точки зрения эффективности, точности, стоимости, скорости и удобства установки.

Рассеяние Рамана – устоявшаяся оптическая техника, которая предоставляет обширную информацию о химическом составе и молекулярной композиции образца. Она основана на неупругом рассеянии света образцом, что задаёт характерный спектр Рамана, который может быть использован для химической идентификации и количественного анализа. Рассеяние Рамана очень чувствительно, с пределом обнаружения на уровне одной молекулы, и очень избирательно, что позволяет различать химически схожие соединения. Однако рассеяние Рамана дольше и сложнее, чем другие оптические техники, оно требует тщательной подготовки образца и его обработки для получения достоверных результатов [1].

Брэгговские решётки – еще один тип чувствительного элемента, который использует интерференцию световых волн для измерения физических величин: таких, как деформация, температура и давление. Брэгговские решётки получают через создание периодических изменений в показателе преломления оптического волокна или волновода, которые тогда действуют как длинноволновые отражатели. Когда свет направляется в оптическое волокно или волновод, он отражается обратно брэгговской решёткой на определённой длине волны, которая зависит от периода решетки. Путем контроля изменений в отражённой длине волны брэгговские решетки могут использоваться для измерения физических величин с высокой точностью и точностью. Брэгговские решетки также компактны, прочны и относительно недороги, что делает их идеальными для широкого спектра приложений [2].

Интерферометры Фабри-Перо являются третьим типом оптических датчиков, которые используют интерференцию световых волн для измерения физических величин, таких, как перемещение, скорость и ускорение. Интерферометры Фабри-Перо получают путём размещения двух частично отражающих зеркал на фиксированном расстоянии друг от друга, что создаёт интерференционную картину между отражёнными волнами. С помощью управляемого изменения интерференционной картины интерферометры Фабри-Перо могут использоваться для измерения физических величин с высокой чувствительностью и разрешением. Интерферометры Фабри-Перо также очень настраиваемы и универсальны, а значит, могут быть использованы в широком спектре приложений [3].

В общем и целом, каждое из этих решений оптического измерения имеет свои преимущества и недостатки, и выбор датчика будет зависеть от конкретной задачи. Однако все три способа создают значительные преимущества по сравнению с традиционными методами измерения, такими как улучшенная чувствительность, избирательность и разрешение, поэтому они будут играть всё более важную роль в решении широкого спектра исследовательских и производственных задач.

#### Список литературы

1. Флейшманн М. и др. Комбинационная спектроскопия: универсальный инструмент химического анализа // *Angewandte Chemie*. 1987. Т. 26. № 6. С. 580-587.
2. Хилл К.О., Мельц Г. Основы и обзор технологии волоконной брэгговской решетки // *Журнал Lightwave Technology*. 1997. Т. 15. № 8. С. 1263-1276.
3. Фике Д.Э., Куркджян Ч.Р. Оптические интерферометры Фабри-Перо // *Прикладная оптика*. 1981. Т. 1. № 8. С. 126-128.

#### УДК 681.58

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ФОРВАРДЕРА

Ахтямов Т.Ф., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

ahtyamov.tam@gmail.com

Научный руководитель: Бычков Г.А., ассистент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

bychkovga@bmstu.ru

Актуальность работы заключается в следующем: внедрение информационных технологий в лесную промышленность может повысить производительность, снизить риски получения травм работниками производства и затраты на рабочую силу.

Макетирование – это объемное физическое моделирование какого-либо объекта. Цель макетирования – воссоздание внешней формы объекта. Задачи макетирования – демонстрация проектного решения.

Было выбрано макетирование, в первую очередь, для того, чтобы сосредоточиться на разработке и поиске интересных концептов, связанных с внедрением информационных технологий в лесную промышленность (лидары, компьютерное зрение, радиочастотные метки и т.д.), прежде чем заниматься разработкой конкретных технических решений.

На данный момент, собран макет манипулятора на базе Arduino Uno, с использованием пяти сервомоторов: двух SG90 и трех MG995.

Arduino Uno – это открытая платформа на основе микроконтроллера ATmega328P. Имеет 14 цифровых пинов, 6 аналоговых, кварцевый резонатор на 16 МГц, USB-порт для программирования и питания [1].

Сервомотор – это устройство, которое обеспечивает преобразование сигнала в строго соответствующее этому сигналу перемещение (поворот) исполнительного устройства. Представляет собой прямоугольную коробку с мотором, схемой и редуктором внутри и выходным валом, который может поворачиваться на строго фиксированный угол, определяемый входным сигналом.

Работа предлагаемого блока осуществляется следующим образом. Джойстики управления за счет воздействия на них механического усилия, формируют электрические сигналы в виде отклонения от своего нулевого положения по соответствующим осям. Далее эти сигналы поступают на контроллер Arduino Uno, где программно обрабатываются и в виде дискретного сигнала уходят на соответствующие сервомоторы для изменения положения манипулятора [2].

Питание реализовано посредством USB-кабеля от внешнего источника питания через встроенную схему заряда, который вырабатывает напряжение равное 5 В [3].

#### Список литературы

1. Francis P. Arduino Essentials. М: Изд-во «Packt Publishing Ltd». 2015. 206 с.
2. Ismailov A.S. Study of arduino microcontroller board. // «Science and Education». 2022. V. 3 №. 3. С. 8.
3. Соммер У. Электроника. Программирование Arduino. М: Изд-во «БХВ-Петербург», 2012. 256 с.

УДК 630\*377.4

## **РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОЛЕСНОЙ БЕСПИЛОТНОЙ ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ**

Бадиков И.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

ibadik2000@gmail.com

Научные руководители: Клубничкин В.Е., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

vklubnichkin@mgul.ac.ru

Клубничкин Е.Е., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

klubnichkin@mgul.ac.ru

Внедрение беспилотных технологий в лесозаготовительные операции актуально и позволяет снизить затраты, связанные с оплатой труда оператора, улучшить производительность за счет изменения компоновки и увеличения скорости движения в порожнем состоянии, а также снизить негативное влияние машины на лесную экосистему и в некоторых случаях повысить проходимость машины [1, 2].

Целью исследования является разработка динамической модели колесной беспилотной погрузочно-транспортной машины (БПТМ) для сортиментной технологии лесозаготовок. Был проведен анализ условий эксплуатации погрузочно-транспортных машин, определены эксплуатационные показатели и сформированы их основные показатели. В прикладном пакете программ «Универсальный механизм» была создана модель колесной БПТМ с пачкой сортиментов и проведена серия виртуальных экспериментальных исследований, связанных с проверкой работоспособности разработанной модели машины.

Созданная модель БПТМ включает в себя: переднюю и заднюю полурамы, узел сочленения, моторный модуль передней полурамы, колеса (8 шт.), тандемные тележки (2 шт), включающие в себя балансиры и мост, технологическое оборудование (манипулятор, коники, защитное ограждение) задней полурамы, также был разработан пакет сортиментов [3]. Масса модели БПТМ без сортиментов составила 17200 кг.

В пакете программ «Универсальный механизм» на виртуальном участке пути была проведена серия экспериментов, включающая в себя движение машины по прямолинейной и криволинейной траектории. Движение через единичные неровности высотой 200 мм с интервалом 10 м. Во всех случаях фиксировались параметры положения передней и задней полурамы модели относительно осей координат X,Y, данные о силах реакций относительно оси Y, действующие в балансирах БПТМ и др.

В качестве выводов следует отметить, что был проведен анализ условий эксплуатации машины, выявлены эксплуатационные показатели, сформированы основные значимые параметры БПТМ. Был представлен облик машины и разработаны модели БПТМ и пакета сортиментов. Проведенная серия виртуальных экспериментальных исследований динамической модели колесной шарнирно-сочлененной беспилотной погрузочно-транспортной машины позволила выявить ряд неточностей, которые были устранены и после доработки получена работоспособная динамическая модель.

## Список литературы

1. Суханов Ю.В. и др. Беспилотные машины и аппараты в лесном хозяйстве // Наука, технологии, общество-НТО-II-2022. 2022. С. 46-66.
2. Клубничкин В.Е. Коллаборативная технология трелевки древесины // Современный лесной комплекс страны: проблемы и тренды развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции.: Сб.н.тр / отв. редактор А.А. Платонов. Воронеж. 2022. С. 26-31.
3. Бадиков И.А. Технические средства реализации беспилотной технологии лесозаготовок для трелевочных машин // Студенческая научная весна. 2022. С. 605-606.

**УДК 681.51****СИСТЕМА ОРОШЕНИЯ РАСТЕНИЙ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПО СЕТИ GSM**

Балабушка Д.С., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

dima28.01@bk.ru

Научный руководитель: Поленов Д.Ю., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Цель работы – создание автоматизированной системы орошения участка по заданному графику при удаленном управлении. Для решения поставленной задачи был проведен анализ похожих систем; разработана структурная схема; подобраны компоненты; разработан алгоритм работы и программное обеспечение (ПО); создан и испытан макет.

После анализа конкурентов выяснилось, что у большинства систем отсутствует удаленное управление, ограничено количество настроек, нет возможности устанавливать таймер полива на каждый день, невозможно отследить количество расходуемой воды.

На первом этапе была выполнена структурная схема работы системы и далее подобраны необходимые компоненты.

Основные компоненты системы: микроконтроллер Atmel mega 328; GSM-модуль SIM 800 L; расходомер YF-S201; водяной насос 12В; LCD-дисплей; тактовые кнопки; модуль реального времени.

Алгоритмы работы системы.

1. Система проверяет, поступил ли звонок на GSM-модуль. Если звонок получен, то подается сигнал на реле и включается насос. Если звонок поступил второй раз, то реле выключается и, соответственно, выключает насос.

2. С помощью тактовых кнопок на дисплее выставляется время начала полива. При достижении этого времени подается сигнал на реле и включается насос. На телефон приходит SMS с информацией о том, что полив начался. Система начинает полив, и он длится столько, сколько заложено в программе (от 10 сек до бесконечности). После окончания полива система выключается, и отправляется SMS об окончании полива. Так же на LCD-дисплее можно увидеть количество израсходованной во время полива воды.

По алгоритму работы было написано ПО, собран макет и произведено его тестирование. В ежедневном использовании на протяжении месяца система работала без сбоев.

В ходе проделанной работы были добавлены такие функции как: неограниченное время полива, удаленное управление с помощью системы GSM, включение и выключение

системы в любое время, возможность добавления неограниченного количества насосов, контроль расхода воды.

Разработанная система позволила устранить недостатки уже существующих аналогичных систем и обеспечить максимально удобные режимы полива.

#### Список литературы

1. Системы автоматического полива. URL: <https://www.220-volt.ru/catalog/sistemy-avtomaticheskogo-poliva/> (Дата обращения 11.04.2023)
2. Arduino UNO R3 Product Reference Manual / SKU: A000066. URL: <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf> (Accessed 11.04.2023)

**УДК 621.431 (075.8)**

### **СРАВНЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ХАРВЕСТЕРОВ АМКОДОР И VALMET**

Баранов Е.П., студент,

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Беляков М.С., студент,

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Грязнов А.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

[evrabar@mail.ru](mailto:evrabar@mail.ru)

Научный руководитель: Быков В.В., д. т. н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Под эксплуатационной технологичностью машины понимается совокупность свойств, определяющих ее приспособленность к выполнению работ по техническому обслуживанию (ТО), диагностированию, хранению и устранению последствий неисправностей и отказов в условиях эксплуатации.

В настоящее время лесные машины холдинга ОАО «АМКОДОР» пользуются большим спросом среди отечественных лесозаготовителей. На сегодняшний день, исследования эксплуатационной технологичности машин Амкодор не проводились. Основными показателями эксплуатационной технологичности является периодичность ТО, число видов ТО, число операций ТО, трудоёмкость и количество исполнителей работ [1].

Для анализа и сравнения техники использовались данные, полученные из руководства по эксплуатации машины Амкодор 2551 и Valmet 911.3 [2, 3].

Исходя из данных руководства по эксплуатации и обслуживанию Амкодор 2551 система ТО состоит из: обслуживания после обкатки (ТОЭО), ежедневного технического обслуживания (ЕТО), сезонного обслуживания (СО), периодических (ТО-1, 2ТО-1, ТО-2, ТО-3, 2ТО-3) [2]. Периодичность выполнения, соответственно в часах наработки: 10, 125, 250, 500, 1000, 2000. Таким образом, структура технического обслуживания включает в себя восемь видов ТО с общим числом технологических операций технического обслуживания – 95. Любой вид ТО машины, как правило, может выполняться 1–2 механиками.



Структура технического обслуживания Valmet 911.3 [3] состоит из нескольких этапов: ЕТО, СО, ТО25, ТО50, ТО100, ТО300, ТО500, ТО1000, ТО1500, ТО2000. Периодичность выполнения, соответственно в часах наработки: 10, 25, 50, 100, 300, 500, 1000, 1500, 2000. При этом особенностью ТО данной машины является выполнение всех работ, относящихся к коротким интервалам. Например, при проведении ТО100, также необходимо выполнять работы, предписанные для ТО50. Структура ТО включает в себя девять видов обслуживания. Численность операций составляет 125 позиций. Необходимое количество сотрудников для обслуживания машины 2-3 человека.

Трудоёмкость и продолжительность технического обслуживания являются одними из основных единичных показателей эксплуатационной технологичности: суммарная оперативная трудоёмкость плановых видов ТО (за цикл 2000 моточасов), чел.ч оперативная продолжительность плановых видов ТО, час.; число всех видов ТО; число операций всех видов ТО; число встроенных контрольных приборов; число видов инструментов (приспособлений) используемых при плановых ТО. Сравнительный анализ показал, что трудоёмкость технического обслуживания за цикл наработки в 2000 моточасов для Амкодор 2551 составляет 319,75 чел.ч, а Valmet 911.3 – 127,54 чел.ч.

Единичные показатели не позволяют при сравнительном анализе достаточно полно и объективно оценить разные конструкции лесозаготовительных машин (ЛЗМ).

Поэтому для более объективной оценки уровня эксплуатационной технологичности (ЭТ) можно воспользоваться комплексным показателем, определяемым по выражению:

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^n k_o \cdot \varphi(i)}{\sum_{i=1}^n \varphi(i)} \quad (1)$$

где  $k_o$  – относительный показатель значимости;  $i$  – номер единичного оценочного показателя;  $n$  – общее число оценочных показателей;  $\varphi(i)$  – функция, нормирующая весомость оценочных показателей, входящих в их ранжированную последовательность.

Нормирующая функция имеет следующий вид:

$$\varphi(i) = i/2^{i-1} \quad (2)$$

Имея значение коэффициента  $k_o$  и функции  $\varphi(i)$  можно оценить ЭТ конструкции ЛЗМ по комплексному показателю  $Q$  следующим сопоставлением: если  $Q < 1$ ,  $Q = 1$  и  $Q > 1$  то значит, что ЭТ машины, соответственно, ниже, равна или выше уровня аналога. [1]

Комплексный показатель эксплуатационной технологичности Valmet 911.3 относительно Амкодор 2551:

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^n k_o \cdot \varphi(i)}{\sum_{i=1}^n \varphi(i)} = \frac{4,59}{3,75} = 1,22 \quad (3)$$

Число видов ТО у машины Амкодор 2551 меньше, чем у Valmet, однако, из-за конструктивных особенностей, трудоёмкость и продолжительность работ выше. К технологическим преимуществам Амкодор 2551 можно отнести унификацию крепежа и материалов, что позволяет сократить номенклатуру инструментов и материалов. Величина комплексного показателя ЛЗМ Valmet 911.3 оказалась выше подобного показателя Амкодор 2551, что говорит о более высоком уровне эксплуатационной технологичности Valmet 911.3

## Список литературы

1. Кяльвийянен В.А. Оценка эксплуатационной технологичности лесозаготовительных машин/ Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет. 2013. 24с.
2. Вашкевич А.К., Герасимович А.А., Герман Л.Л., Гуменников А.И., Меляшкевич Л.А. Самущенко Г.М. Харвестер Амкодор 2551: Руководство по эксплуатации 2551.00.00.000РЭ. Мн.: ОАО «Амкодор» - управляющая компания холдинга. 2013. 225с.
3. Komatsu Forest AB. Эксплуатация и обслуживание Valmet 901.3, 911.3.: книга оператора. Швеция. 2006. 262 с. URL: <https://lespromtehkm.ru/wp-content/uploads/2020/03/%D0%92%D1%81%D0%B5-%D0%A2%D0%9E-%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0-Komatsu.pdf> (Дата обращения 11.04.2023)

**УДК 004****РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ДВИЖЕНИЯ**

Бартошевич Ю.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Мальков И.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

[ilya.malkov.02@gmail.ru](mailto:ilya.malkov.02@gmail.ru);

Научный руководитель: Чернышов А.В., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

В статье рассмотрено проектирование системы автономного передвижения для шестиколесного робота.

В процессе разработки системы автономного движения был создан робот на шестиколесной базе с системой контроля пути сонарного типа – расстояние до препятствий измеряется временем от подачи импульса до принятия отражённого сигнала. А используя акселерометр с гиромагнитным компасом можно контролировать движение по заданной линии пути.

Прибор состоит из:

- плата Orange Pi Lite RAM 1GB — бортовая ЭВМ, 1 шт.;
- Nano 3.V – Arduino совместимая плата, 2 шт.;
- RobotDyn meGA 2560 R3 – Arduino совместимая плата, 1 шт.;
- литий-ионные аккумуляторы 3.7В, 5 шт.;
- BMS Li-Ion 3.7V 100A 12V – плата контроля заряда аккумулятора, 1 шт.;
- соединительные провода Dupont;
- TA6586 – драйвера для двигателей, 6 шт.;
- шестиколёсное шасси с независимой подвеской и шестью двигателями 9В, 1 шт.;
- понижающий преобразователь DC-DC LM2596, 1 шт.;
- BM160 6D0F-9 – осевой компас (акселерометр, гироскоп, магнитный компас), 1 шт.,
- Robogase HC-SR04 – ультразвуковые дальнометры, 6 шт.;
- инфракрасные датчики-дальнометры, 2 шт.

Была изготовлена тестовая модель робота.

Принцип работы системы автономного передвижения основан на сборе информации с помощью ультразвуковых и ИК дальнометров вокруг робота – наличие

препятствий и возможные обходные маршруты. Далее происходит обработка этих данных и данных с giroкомпаса в бортовой ЭВМ и изменение направления движения робота на основе полученной информации. Так же для оптимизации работы системы в памяти бортовой ЭВМ составляется условная карта ближайшего окружения.

Робот в состоянии выдерживать заданный курс, вносить поправки в курс при обнаружении препятствий, а так же выходить на заданную траекторию после объезда препятствий.

#### Список литературы

1. Навигационные системы автоматизированных робототехнических комплексов URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/navigatsionnye-sistemy-avtomatizirovannyh-robototekhnicheskikh-kompleksov> (Дата обращения 11.04.2023).
2. Гостева Е.А., Ланин В.В. Знания – Онтология – Теория (ЗОНТ-2017): Материалы Всероссийской конференции с Международным участием. Новосибирск: Изд-во ООО «Дигит Про». 2017. С. 99–108.

#### УДК 004

### УЧЕБНЫЙ СТЕНД АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ВОДЯНОГО ПОТОКА

Басов А.С., студент

МФ МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Космический»  
rdftgyhuji@mail.ru

Макаров М.В., студент

МФ МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Космический»  
matmakki@yandex.ru

Научные руководители: Поленов Д.Ю., доцент, к.т.н.;

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Чернобровина О.К., ст.преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Изучение процессов проектирования и создания автоматизированных систем управления, может быть реализовано в учебном процессе на примере решения задачи автоматизированного контроля водяного потока на практических занятиях с использованием учебного стенда автоматизированного контроля водяного потока, разработанного авторами данной работы.

Стенд является прототипом системы водоснабжения с участком трубопровода. Он оснащен устройством управления и контроля и состоит из: микроконтроллера ESP8266 с Wi-Fi-интерфейсом, 11 пинами ввода-вывода данных, один из которых аналого-цифровой преобразователь, расходомера YF-B1, шарового крана с управлением электродвигателем переменного тока CWX15Q, помпового насоса DP-521, реле, работающих от 3.3 В. Циркуляцию воды осуществляет самодельный замкнутый контур.

Модули, исполнительные механизмы и датчики соединены с устройством управления на основе спроектированной и изготовленной авторами печатной платы управления изделием. Питание системы осуществляется от блока питания, преобразующего напряжение 220 В переменного тока, в напряжение +12 В постоянного тока.

Эксплуатация учебного стенда возможна в ручном режиме, при использовании кнопочных элементов управления, а для удаленного управления реализован Telegram-бот.

Работоспособность учебного стенда продемонстрирована на заседании секции «Информационно-измерительные системы и технологии приборостроения» ежегодной Всероссийской научной конференции «Студенческая научная весна».

#### Список литературы

1. ESP8266 Technical Reference. URL: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp8266-technical\\_reference\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp8266-technical_reference_en.pdf) (Дата обращения 11.05.2023).

#### УДК 517.9

### НАХОЖДЕНИЕ ОБЫКНОВЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ПО ЕГО ОБЩЕМУ ИНТЕГРАЛУ

Белушкин А.Р., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Лапыгин Е.П., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

egorlapugin@yandex.ru

Научный руководитель: Полещук О.М., д.т.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Дифференциальным уравнением первого порядка называется уравнение вида

$$F(x, y, y') = 0. \quad (1)$$

Решением дифференциального уравнения (1) называется дифференцируемая на (а, b) функция  $y = \varphi(x)$  при подстановке которой в (1) получается верное тождество.

Дифференциальное уравнение (1) может быть представлено в следующих видах:

$y' = f(x, y)$  или  $P(x, y)dx + Q(x, y)dy = 0$ , где  $f(x, y)$ ,  $P(x, y)$ ,  $Q(x, y)$  – непрерывные функции.

Общим решением дифференциального уравнения (1) называется множество функций  $y = \varphi(x, c)$  ( $c = \text{const}$ ), каждая из которых является решением (1) при любом конкретном  $c$ .

Частным решением дифференциального уравнения (1) является функция  $y = \varphi(x, c_0)$ , которая получается из общего решения подстановкой  $c = c_0$  (общее решение при конкретном  $c = c_0$ ).

Общим интегралом дифференциального уравнения (1) называется общее решение в неявном виде  $\Phi(x, y, c) = 0$ .

Частный интеграл дифференциального уравнения (1) – это общий интеграл при конкретном  $c = c_0$ ,  $\Phi(x, y, c_0) = 0$ .

Дифференциальные уравнения широко используются при решении ряда технических задач и при исследовании реальных процессов в физике, биологии, экологии, экономике.

Задача. Найти обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка по его общему интегралу  $\Phi(x, y, c) = 0$ .

Метод решения.

1) Продифференцировать исходный общий интеграл  $\Phi(x, y, c) = 0$ .

2) Выразить постоянную  $c$  через функцию  $c = f(x, y, y')$ .

3) Заменить  $c$  в исходном интеграле на функцию  $f(x, y, y')$ .

4) Выразить  $y'$ .

Пример. Дан общий интеграл  $\Phi(x, y, c) = y - \frac{c}{x} = 0$  неизвестного дифференциального уравнения первого порядка. Определить какому дифференциальному уравнению соответствует этот интеграл.

$$\begin{cases} y - \frac{c}{x} = 0 \\ y' - c(-1)x^{-2} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} c = yx \\ y' + yx^{-1} = 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$y' = -\frac{y}{x}. \quad (4)$$

Вывод. Обратная задача, состоящая в нахождении обыкновенного дифференциального уравнения по его известному общему интегралу, является актуальной задачей. Решение этой задачи позволяет строить сложные модели реальных процессов с использованием дифференциальных уравнений на различных уровнях математического моделирования.

#### Список литературы

1. Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.:МЦНМО, 2014. 341 с.

#### УДК 625.72

### ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Белькович А.А., студент

МФ МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

[anastasya.smychkova@yandex.ru](mailto:anastasya.smychkova@yandex.ru)

Волкова Ю.М., студент

МФ МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Семенов Н.А., студент

МФ МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный руководитель: Борисов В.А., к.т.н. доцент

МФ МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Сейчас трудно представить любую сферу деятельности без использования современных технологий. Использование компьютерных программ дает возможность эффективнее и быстрее создавать новые проектные решения и производить разработку новейших инновационных систем.

Целью исследования является разработка проекта дорожно-транспортной инфраструктуры с использованием системы автоматизированного проектирования и расчета.

Был проведен комплексный анализ климатических, геологических и рельефных условий с последующей оцифровкой полученных данных и созданием цифровой модели местности (ЦММ); автоматизированное проектирование плана трассы, продольного и поперечного профилей с моделированием и расчетом земляных работ; выбор рациональной дорожной конструкции с использованием местных дорожно-строительных материалов (ДСМ).

Первый этап – создание ЦММ по ситуационным и рельефным точкам с добавлением полигонов и линий, согласно заданным критериям, нормативам и выбранным координатам (XYZ). Полигоны и линии создаются для точного расположения трассы [1]. Система проводит автоматический анализ введенной информации и выводит три основные проекции инженерного сооружения: план трассы, поперечный и продольный профили, после чего производит моделирование и расчет земляных работ [2].

Второй этап – выбор рациональной дорожной конструкции для автомобильной дороги с использованием местных ДСМ с последующим расчетом на: упругий прогиб, сдвиг, статическую нагрузку, морозоустойчивость, колеяность.

Анализ проведенного исследования показывает, что применение математических методов и средств автоматизации и вычислительной техники при проектировании, существенно повышает точность и актуальность расчетов для организации и выполнения работ при проектировании и строительстве автомобильных дорог.

#### Список литературы

1. Кривых И.В., Петренко Д.А., Бойков В.Н. и др. Проектирование автомобильных дорог в IndorCAD. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2015. 406 с. DOI: 10.17273/book.2015.2.
2. Борисов В.А., Левушкин Д.М., О.Н. Бурмистрова Проектирование технологических путей сухопутного транспорта леса: учебное пособие. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. 175, [1] с.: ил.

#### УДК 519.711.3

#### **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОДБОРА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ, ПОСТАВЛЯЕМЫХ В КОМПЛЕКТЕ С ОБОРУДОВАНИЕМ**

Бирюкова В.В., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Еремин М.С., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

mike.eryomin@yandex.ru

Научный руководитель: Усачев М.С., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Производители современного технологического оборудования пользуются как одним, так и несколькими поставщиками технических средств автоматизации (ТСА). Наличие различных производителей ТСА в комплекте оборудования приводит к сложности замены элементов системы в случае их неисправности, так как некоторые производители могут уйти с рынка по различным причинам.

Для выбора вариантов технических средств автоматизации контроля и измерения физических параметров (например, давления, силы и момента, температуры,

перемещения, расхода) можно использовать агрегатно-декомпозиционную технологию (АДТ-технология) – широко распространенную разработку в области автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) [1]. Применение предлагаемой технологии позволяет обеспечить комплексную автоматизацию и подбор технических средств на единой информационной базе.

Основой АДТ-технологии является база данных и знаний (БДЗ). База данных и знаний, в соответствии с предлагаемой технологией, имеет иерархическую структуру, которая разделена на три области: общую, частную и универсальную [1, 2].

Для конкретизации типа ТСА (вид измеряемого параметра) используется общая область БДЗ.

Когда определены тип и структура ТСА (имеется техническое описание устройства) используется частная область БДЗ.

Если при выборе ТСА в техническом задании нет однозначного описания устройства или не определен изготовитель, то используется универсальная область БДЗ.

На основании вышеизложенного в работе предложен поэтапный алгоритм выбора ТСА для систем управления (в том числе для подбора ТСА, поставляемых в комплекте с оборудованием).

На первом этапе алгоритма определяется тип устройства (сбор, контроль или управление) и вид измеряемого параметра (общая область БДЗ).

На втором этапе алгоритма, при наличии информации о производителе ТСА и описании устройства в базе данных, осуществляется подбор параметров устройства в соответствии с номенклатурами изготовителей (частная область БДЗ). При отсутствии информации о производителе ТСА переходим на третий этап алгоритма.

На третьем этапе формируются основные требования к ТСА, его структура и основные параметры. При выборе параметров необходимо учитывать взаимосвязь между ними, то есть от выбранного значения параметра будет зависеть следующий. Поэтому необходимо начинать отбор с характеристик, свойственных данному типу устройств, переходя к типовым параметрам, свойственным всем устройствам выбранной группы.

Когда известен производитель, применяются первые два этапа алгоритма. Выбор ТСА осуществляется по всей информационной базе. Основным недостатком такого подхода – большой объем базы данных и наличие дублирования процедуры выбора разных ТСА из-за одинаковых параметров.

Когда нет привязки к производителю, после определения типа устройства переходим на третий этап алгоритма, который сводится к тому, что сначала обозначаются параметры для каждого элемента выбранной структуры, характерные выбранному типу технических средств. На выходе формируются параметры, комплексно характеризующие ТСА, которые могут использоваться для выбора конкретных технических средств независимости от производителя.

Предлагаемый алгоритм подбора технических средств позволит систематизировать техническое описание различных изготовителей ТСА.

#### Список литературы

1. Целищев Е.С., Кудряшов И.С., Глязиедова А.В. Новый подход к построению универсальной структуры информационного обеспечения процесса проектирования систем контроля // Датчики и системы. 2010, № 6. С. 28 – 34.
2. Дорошенко В.А., Друк Л.В. Проектирование распределенных систем управления: учебное пособие. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. 595 с.

УДК 712

## ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИСЛАМСКОГО САДА В СОВРЕМЕННОЙ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЕ

Блохина Д.Д., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

d.bloxina@mail.ru

Научный руководитель: Дормидонтова В.В., к.арх., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-паркового строительства»

По данным опроса, проведенного фондом «Общественное мнение» 8–10 апреля 2022 г. среди 1500 респондентов в возрасте от 18 лет в 104 населённых пунктах РФ и в 53 регионах, назвали себя православными 63 % опрошиваемых, среди россиян старше 60 лет таковых 70 %, среди людей от 18 до 30 лет – 51 %. Исповедующих ислам россиян 8 %, мусульманами считают себя 10 % респондентов в возрасте от 31 года до 45 лет.

Объекты ландшафтной архитектуры являются убежищем для дикой природы и местом, где люди могут погрузиться в природную среду. Исламские сады были выбраны благодаря их вкладу в историю развития ландшафтной архитектуры. Изучение классических исторических объектов помогает использовать в практике планировочные и объёмно-пространственные приемы, выработанные мастерами прошлого.

Задачи данной работы: проведение литературного обзора истории создания и развития исламских садов, их распространения по частям света и их интерпретации в современном мире. Исторический анализ использования культовых исламских сооружений, носителей религии, исламских или близких к ним садов позволит выделить основные элементы планировочной структуры.

В прошлом исламские сады создавались лишь для закрытых частных территорий и являлись маленьким раем для своего владельца, в наше же время исламские сады создаются не только как частные объекты, но и становятся общественным достоянием. А порой и плавно вписываются в городскую архитектуру, создавая тихий уголок отдыха для всех желающих. Исламские сады являются стремлением создать «рай на земле» [1]. Первые исламские сады в мусульманских странах всегда строго регламентировались, были чисто утилитарными со случайными включениями декоративных растений [2].

Сам ислам появился в 7 веке, но исламские сады появились за 2 тысячи лет до этого в Персии, поскольку арабы завоевывали новые земли (Аравии), которые имели свои традиции и культуру.

Отличительными чертами климата Аравии являются: лето очень жаркое сухое, зима очень влажная и холодная. Три четвертых страны составляют горы и пустыни. Сама планировка маленьких закрытых садов такая, чтобы «сад-оазис» защищал от неблагоприятного внешнего воздействия в отличие от европейской традиции.

Чахар-бак – регулярный изолированный сад, предоставленный лично хозяину, его душе, «открыт только звездам». Одними из отличительных элементов исламского сада являются: 1) планировка в виде одного или нескольких квадратов (большой квадрат делится на 4 меньших); 2) притопленные клумбы и приподнятые дорожки (созданы для экономии воды и защиты их от пересыхания, также они несут декоративную функцию. В наше время такие клумбы делают как дань традиции; 3) присутствие в саду воды и тени как главных составляющих; 4) использование мраморных каналов для медленно текущей воды.



В качестве удачных примеров современного прочтения исламского сада можно выделить:

1) Сад света в Центре Ага Хана в Кингс Кросс, Лондон, Великобритания. Вдохновленные исламскими двориками Андалусии в Испании, узорчатые ширмы этого сада украшают простое пространство, которое преобразуется в течение дня за счет изменения освещения и теней. Мраморная лента, проходящая поперек экранов, украшена стихами знаменитых персидских поэтов и выдержками из Корана [3].

2) Парк Ага Хана в Торонто, Канада. Проект Владимира Джуровича площадью 79,3 га – это попытка сделать современную интерпретацию исламского сада. Все элементы, придуманные архитектором для парка Ага Хана, отличаются простотой и регулярностью, граничащей с минимализмом, хотя часто случаются неожиданности и смены настроения, переходя от более формальной конфигурации вблизи зданий к менее упорядоченной, удаленной от центра парка [3].

Современное прочтение классических форм является синтезом истории и современной реальности. Использование элементов исторических садов при проектировании современных парков является одним из методов повышения исторического сознания посетителей.

#### Список литературы

1. Рандхава М. Сады через века. Сокращенный: перевод с английского Л. Д. Ардашниковой. Москва: Знание, 1981. 320 с.
2. Дормидонтова В.В. История садово-парковых стилей. Москва: Архитектура-С, 2003. 208 с.
3. Garden of Light at the Aga Khan Centre in King's Cross. URL: <https://www.nbwla.com/projects/garden/garden-light-aga-khan-centre-kings-cross> (Accessed 05.02.2023)

#### УДК 33.018

#### АНТИМОНОПОЛЬНАЯ ПОЛИТИКА В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Бобыкин М.Ю., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

maxim.bobykin@outlook.com

Научный руководитель: Кирей В.В., к.э.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Антимонопольная политика представляет собой комплекс государственных мер, включающий соответствующее законодательство, систему налогообложения, денационализацию собственности и поощрение малого предпринимательства. В целом данная политика направлена против монополизации производства и на развитие конкуренции среди товаропроизводителей.

Антимонопольная политика государства опирается на антитрестовское законодательство и законодательство о пресечении недобросовестной конкуренции. Антимонопольная политика направлена на развитие конкуренции, создание условий, препятствующих монополистической деятельности участников рыночных отношений, и образованию монополий на рынке.

В настоящее время цифровая экономика России все еще находится в стадии развития и подвержена всевозможным глобальным, политическим, экономическим потрясениям. Для России цифровая экономика является продвинутой стадией развития

информации. Она служит важным компонентом цифровой России и новой экономической формой экономического взаимодействия, следующей за индустриальной экономикой.

Цифровая экономика является видом экономической деятельности, который использует:

- цифровые знания и информацию в качестве ключевых факторов производства;
- современные информационные сети в качестве важных носителей информации и знаний;
- эффективное использование информационных и коммуникационных технологий в качестве важных движущих сил для повышения эффективности и оптимизации экономической структуры.

Понимание правил и особенностей развития цифровой экономики, анализ особенностей монополии и трудностей регулирования в этой сфере поможет сделать научное и эффективное регулирование цифровой экономики. Усовершенствование системы антимонопольного регулирования, определение правил и пределов регулирования позволяет усилить противодействие монополизации рынков в цифровой экономике. Антимонопольное регулирование в цифровой экономике способствует поддержке конкуренции, создавая динамичную и инновационную систему, стимулирующую формирование инновации на рынке и способствующую развитию цифровой экономики.

Характерными чертами конкуренции в цифровой экономике являются: сетевой эффект; двусторонний рынок; быстрые инновации; доминирование цифровых многофункциональных компаний.

По сравнению с индустриальными технологиями цифровые технологии в большей степени склонны к формированию монопольной рыночной власти. Это делает антимонопольное регулирование в цифровой экономике значимой задачей. Причина, по которой цифровые технологии порождают монополию, заключается в том, что широко применяемая технология искусственного интеллекта является самоитеративной и самооптимизирующейся.

Основными элементами, воздействующими на конкуренцию в цифровой экономике, являются: цифровые платформы и использование алгоритмов машинного обучения.

**Цифровые платформы.**

Характеристики цифровых платформ усложняют определение соответствующих рынков, а также усложняют оценку рыночных сил платформенных предприятий и оценку конкурентного влияния поведения цифровых платформ. Благодаря своим техническим инструментам и методам коммуникации интернет-платформы стали ключевой организационной формой в информационном обществе.

Монополия платформенной компании в цифровой экономике отличается от ее аналога в индустриальную эпоху с точки зрения того, как она получает, применяет и оказывает свое влияние. Исследования показали, что эта техническая особенность платформенной экономики позволяет тем, кто рано пришел на рынок, захватить значительную долю и затрудняет выход на рынок для потенциальных конкурентов, находящихся вне рынка. Даже когда они, наконец, выходят на рынок, они редко могут конкурировать с первыми [1].

**Использование алгоритмов машинного обучения.**

Алгоритм одновременно изменяет структурные рыночные условия и факторы предложения, что может иметь положительное, отрицательное или неопределенное влияние на устойчивость сговора. Алгоритм может являться стимулирующим фактором

сговора, который приводит к возникновению нового сговора, который ранее не возникал или не мог появиться ранее. Такой сговор называется «алгоритмический сговор».

Влияние алгоритма на структурные факторы, такие как количество предприятий и барьеры для входа на рынок, неясно, но он может улучшить прозрачность рынка и частоту взаимодействия предприятий.

Поскольку цифровая экономика представляет собой бизнес-модель с более высокой частотой технических инноваций и поскольку ее многосторонний рынок свободен для потребителей, старые способы определения конкуренции на рынке больше не действуют. Таким образом, становится важным встретить цифровую эпоху, изменить нынешнюю антимонопольную систему, а также пересмотреть и скорректировать понимание людьми монополии и антимонопольного регулирования [2].

#### Список литературы

1. Xu H.I. Digital Economy, Technology Spillovers, Dynamic Competition, and Cooperation Policies. // Management World. 2020. № 6. URL: <https://iorj.hse.ru/data/2020/02/20/1575965236/THE%20DIGITAL%20DIGITAL%20ECONOMY%20OF%20BRICS.pdf> (Accessed 11.04.2023)
2. Zhang Z.. The Construction of the Government's Neutrality System for Competitive Behavior: Using the Anti-Monopoly Law. // Law Science. 2018. № 6. DOI:<https://doi.org/10.1093/joclec/nhz009>

**УДК 681.2:004.31:004.415.2**

### **РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ**

Бодров А.Р., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»  
artem-bodrov1408@yandex.ru

Научный руководитель: Чернышов А.В., к.т.н., доцент  
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Рассмотрено создание прибора для измерения скорости потока воздуха, принцип работы и его тестирование.

Прибор анемометр представляет собой мобильный измерительный прибор для выполнения измерений параметров окружающей среды в помещении и на улице. Главным измеряемым параметром является скорость потока воздуха.

Прибор может применяться в учебных, бытовых, научных целях для получения текущих значений параметра окружающей среды.

Прибор состоит из: микропроцессора NodeMCU V3 Lolin на базе ESP8266; дисплея GSMIN OLED 0.96» 128×64, I2C; термоанемометра CG\_Anem; беспаячной макетной платы (solderless breadboard) на 830 отверстий; соединительных проводов Dupont; источника питания 5В, 5-12В Li-ion 14500; литий-ионной аккумуляторной батареи YB-14500, 3.7V, 600 мАч.

Был изготовлен один экспериментальный прибор.

Принцип работы термоанемометров следующий – скорость потока воздуха на них рассчитывается исходя из зависимости теплоотдачи нагреваемого элемента, помещенного в поток, от скорости течения потока. Анемометр поддерживает измерение и расчет скорости и температуры воздушного потока с использованием трех различных диапазонов нагрева, в зависимости от скорости потока.

Устройство способно работать до 48 часов на одном заряде аккумуляторной батареи. Корпус выполнен с учётом защиты компонентов от воздействия окружающей среды. Благодаря этому, устройство способно работать автономно вне здания.

Тестирование анемометра продемонстрировало возможность рассчитывать скорость ветра на улице, определять расход воздуха в приточной вентиляции, улавливать слабые потоки ветра, работать как при отрицательной температуре (–10 оС), так и при положительной температуре (50 оС).

#### Список литературы

1. DIY термоанемометр: собираем датчик скорости и температуры потока воздуха своими руками // Хабр. URL: <https://habr.com/ru/post/676348/>. (Дата обращения 12.12.2022).
2. CG\_Anem // ClimateGuard. URL: [https://climateguard.ru/cg\\_anem/](https://climateguard.ru/cg_anem/). (Accessed 06.12.2022).
3. CG-Anem // GitHub. URL: <https://github.com/climateguard/CG-Anem>. (Accessed 09.12.2022).

#### УДК 630\*63

#### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК ЛЕСНОГО СЫРЬЯ

Брионес А.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»  
abriones@inbox.ru

Ветров А.В., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»  
sachalexsa@gmail.com

Плигина О.С., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»  
olgapligina@bk.ru

Научный руководитель: Никитин В.В., д.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Приводится исследование принципов построения логистических систем лесопромышленных компаний при внутренних и внешних поставках лесопродукции в современных условиях лесного бизнеса.

Совершенствование логистических систем начинается с их анализа или декомпозиции, то есть буквально с разборки их на составляющие части (естественно, в виртуальном смысле). Существуют два подхода к декомпозиции логистических систем: объектный и процессный [1].

При традиционном объектном подходе система разбивается на функциональные области логистики (снабжение-производство-сбыт) и далее на логистические функции и операции. При таком подходе контроль качества работы логистической системы сложен и неудобен, поскольку показатели эффективности системы имеют натуральное выражение (кубические метры, тонны, дни и другие).

При инновационном процессном подходе система рассматривается как совокупность ключевых бизнес-процессов (БП). Известна модель Д. Стока-Д. Ламберта, согласно которой в логистической системе выделяются 8 ключевых БП, и контроль эффективности совершенствования системы осуществляется как контроль улучшения конкретного БП (или в идеале всех сразу). Для этого используются ключевые показатели эффективности (KeyPerformanceIndicators – KPI), ряд которых имеет стоимостное выражение.

Была выбрана одна из ключевых БП логистической системы согласно модели Д. Стока – Д. Ламберта, а именно управление производственными операциями [2].

Для совершенствования цепей поставок сегодня применяется методология их SCOR-моделирования. Референтная модель цепи поставок SCOR (SupplyChainOperationReference) представляет собой универсальный язык описания функционирования цепи поставок с целью их анализа, планирования проектирования и практической реализации. Применяя подход, аналогичный используемому, при реинжиниринге БП, SCOR-модель предусматривает фиксацию текущего состояния процессов и устанавливает, как процессы должны выглядеть в будущем.

Подход SCOR-моделирования сегодня признается в качестве международного межотраслевого стандарта для планирования и управления цепями поставок [3]. Описывая цепи поставок путем комбинации готовых составляющих логистических процессов, модель может быть использована как для описания самых простых цепей поставок, так и для сложных комплексных сетей, используя стандартный набор определений. Модель позволяет описать и создать основу для совершенствования цепей поставок как для глобальных проектов, так и для специфических конкретных компаний, в частности лесозаготовительных. Границы модели определяются «от поставщиков поставщика до клиентов потребителя», т.е. модель описывает так называемую «расширенную» цепь поставок.

В модели SCOR используются следующие укрупненные группы процессов: Планирование (Plan); Снабжение (Source); Производство (Make); Доставка (Deliver); Организация возвратных потоков (Return).

Процесс построения SCOR-модели эффективной цепи поставок включает в себя три современные управленческие концепции/технологии: бенчмаркинг (Benchmarking) – определение значений KPI (именуемых также метриками) для БП в том виде, в котором он функционирует сегодня; использование наилучшей практики (Best Practice) то есть поиск известного аналога ключевого БП со значениями KPI, наилучшими в отрасли; реинжиниринг ключевого БП (Business Process Reengineering), то есть построение на базе компании системы поставок со значениями KPI, равными наилучшим в отрасли или, если это возможно, выше их.

В настоящей работе рассмотрена сеть поставок лесопромышленной компании с годовым объемом производства 300 т м3. Предприятие ведет заготовку древесины, производство пиломатериалов и ряда товаров народного потребления для внутреннего рынка, а также переработку древесных отходов в биотопливо (топливные брикеты), поставляемые на экспорт. Отметим, что фокусная компания в цепи поставок смещена к началу цепи, поскольку ее сырьем является природный ресурс – древесина. Такой тип сети поставок характерен для добывающих предприятий (нефть, газ, сельское хозяйство и тд).

Выполнен этап логистической структуризации процесса поставок продукции лесозаготовительного предприятия, то есть описание процесса реализации в существующем виде и формализация его в виде набора БП, требующихся для построения SCOR-модели цепей поставок. Также предпринят ряд шагов по оптимизации значений

КРІ-цепей поставок лесопродукции предприятия, в частности, вычислены оптимальные размеры поставляемых потребителям партий лесного сырья и полуфабрикатов.

#### Список литературы

1. Щербаков В.В. Логистика и управление цепями поставок: учебник для вузов / под редакцией В. В. Щербакова. Москва: Издательство Юрайт, 2022. 582 с.
2. James R.S., Douglas M.L. Strategic Logistics Management. McGraw-Hill/Irwin. 2001. 872 p.
3. Аникин Б.А., Серышев Р.В., Волочиенко В.А. Логистика производства: теория и практика: учебник и практикум для вузов / отв. редактор Б.А. Аникин. Москва: Издательство Юрайт, 2021. 454 с.

**УДК 630\*232:621.833.2**

### **АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ В ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИНАХ**

Буров Н.М., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Пекшев М.И., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный руководитель: Котов А.А., д.т.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

kotov@mgul.ac.ru

Цель работы – анализ использования конических зубчатых передач в лесохозяйственных машинах.

Решались следующие задачи: изучение видов механических передач, анализ их достоинств и недостатков, их рациональный выбор, обзор зубчатых передач, область применения конических зубчатых передач в лесохозяйственных машинах.

Крутящий момент в машинах может передаваться с помощью механических передач вращения, использующих трение (фрикционные, ремённые), а также непосредственное зацепление ведущего и ведомого звена (цепные, зубчатые, червячные и др.) [1]. Основными параметрами вращательных передач являются передаточное отношение, коэффициент полезного действия и передаваемая мощность. Наибольший интерес для анализа представляют зубчатые передачи, как наиболее распространенные в лесохозяйственных машинах.

В зависимости от взаимного положения осей ведущего и ведомого валов зубчатые передачи могут быть с цилиндрическими колесами при параллельных осях валов, с коническими колесами при пересекающихся осях валов, с винтовыми и гипоидными колесами и червячные при скрещивающихся в пространстве осях валов.

Одной парой зубчатых колес невозможно осуществить передачу с большим передаточным отношением (обычно  $u_{\max} < 10$ ). Для получения больших передаточных отношений применяют так называемую многоступенчатую передачу.

Основные достоинства зубчатых передач: высокая нагрузочная способность; большая долговечность; постоянство передаточного отношения; высокий КПД.

К недостаткам можно отнести: повышенные требования к точности изготовления; шум при высоких скоростях; высокую жесткость, не позволяющую компенсировать динамические нагрузки.

Рассмотрим применение конических зубчатых передач в лесохозяйственных машинах. Их преимуществом является возможность передачи крутящего момента между звеньями с пересекающимися осями вращения, а недостатками – сложность в изготовлении и большие осевые и изгибные нагрузки на валы. В основном они применяются на энергоемких операциях, таких как срезание и измельчение пней, основная обработка почвы [2]. Ведущий вал этих передач расположен параллельно направлению движения агрегата, почти на одной оси с валом отбора мощности (ВОМ) трактора.

Машина лесная фрезерная МЛФ-0,8 предназначена для подготовки почвы с одновременным измельчением пней, корней и порубочных остатков [3]. В этой машине коническая передача обеспечивает поперечное фрезерование.

Машина для срезания пней МПП-0,75 предназначена для срезания пней на вырубках. Здесь также выполняется поперечное фрезерование. Машина МУП-4 аналогичного назначения обеспечивает уже вертикальное фрезерование.

Для поперечного фрезерования почвы применяются лесные фрезы ФЛУ-0,8 и ФЛШ-1,2.

Выполненный анализ машин, которые представляют далеко не полный перечень, показывает очень широкое применение зубчатых передач в лесохозяйственных машинах. Практически без них не обходится ни одна машина с активным приводом. По распространенности они стоят на первом месте, так как могут передавать любую мощность и нуждаются в меньшем техническом обслуживании, чем другие передачи. А там, где необходимо обеспечить передачу больших крутящих моментов при пересекающихся осях валов, применяются конические передачи.

#### Список литературы

1. Винокуров В.Н., Ильяков В.В., Котов А.А. и др. Основы технической механики: учебно-метод. пособие. изд. 2-е. Москва: МГУЛ, 2011. 164 с.
2. Котов А.А. Совершенствование технологий и создание средств механизации для химического ухода в лесных питомниках и культурах: монография. Москва, МГУЛ, 2008. 314 с.
3. Винокуров В.Н., Силаев Г.В., Казаков И.В. Механизация лесного и лесопаркового хозяйства: учебник для вузов / под общ. редакцией В.И. Казакова. Москва: Издательство Юрайт, 2021. 599 с.

УДК 674.049.3

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ ПОСЛЕПРОПИТОЧНОЙ ВЫДЕРЖКИ НА РАВНОМЕРНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИПИРЕНА В ШПОНЕ

Волобуев А.О., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

tolya.volobuev@yandex.ru

Воронин Р.И., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

kesamu@yandex.ru

Научный руководитель: Соболев А.В., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Ранее проведенными исследованиями было установлено, что в процессе диффузионной пропитки частицы растворенного в воде антипирена достаточно эффективно проникают в шпон [1]. Количественное содержание антипирена в шпоне после пропитки, %, оценивают величиной поглощения ( $G_{\text{ант}}$ ), которая определяется по формуле:

$$G_{\text{ант}} = \frac{m_{0a} - m_0}{m_0} \cdot 100 \quad (1)$$

где  $m_{0a}$  – масса абсолютно сухого шпона после пропитки, г;  $m_0$  – масса абсолютно сухого шпона до пропитки, г.

Однако весовой способ определения содержания антипирена в шпоне показывает его интегральное значение в целом, в то время как распределение частиц антипирена по сечению материала сразу после пропитки неравномерно. Наибольшее их количество сосредоточено в поверхностных зонах, непосредственно контактирующих с раствором в процессе пропитки.

Последующий процесс высокотемпературной сушки такого шпона, вследствие избыточного количества концентрированного раствора на его поверхности и интенсивного испарения воды, приводит к выделению частиц антипирена, перешедших из раствора в твердое состояние, на пластах шпона, образуя так называемые высолы. Наличие высолов в виде кристаллов на поверхности шпона является недопустимым в дальнейшем его применении для склеивания фанеры, поскольку будет препятствовать процессу нанесения клея и снижать прочность склеивания.

С целью предотвращения негативного явления высаливаемости, предлагается перед сушкой укладывать пропитанный в растворе антипирена шпон в стопу для технологической выдержки. При реализации этого способа, вследствие диффузионного переноса вещества по градиенту концентрации (из поверхностных слоев внутрь шпона), равномерность распределения антипирена по сечению шпона может значительно повыситься.

Для проведения экспериментальных работ подготовили раствор антипирена, в котором проводили диффузионную пропитку шпона. Режим пропитки обеспечивал содержание антипирена в шпоне, равное 24...26 %, что достаточно для надежной огнезащиты, изготавливаемой из шпона фанеры [1].

Затем листы антипиренованного шпона, уложенные в плотную стопу, помещали в полиэтиленовый пакет для слеппропиточной выдержки. Часть из них направляли в сушильный шкаф с температурой 105 °С сразу после пропитки.



Для исследования процесса выравнивания распределения антипирена в шпоне применяли метод послойного поглощения. Суть метода состоит в последовательном снятии тонких слоев – срезов с подготовленных образцов в виде полос шириной 8...10 мм и длиной 60 мм, которые получали делением листов шпона вдоль волокон. Срезы толщиной 0,25...0,35 мм выполняли с помощью микротомы МС2, к которому был специально изготовлен предметный столик для закрепления полос. С каждого образца срезали по три слоя, суммарная толщина которых была около 1 мм, что соответствовала половине толщины шпона. После того как образцы были разделены на срезы, определяли содержание сухого антипирена (поглощение) в каждом слое.

Для оценки распределения антипирена в шпоне применяли коэффициент однородности (КОР), равный процентному отношению минимального значения поглощения антипирена во внутреннем слое образца к максимальной величине во внешнем слое.

В результате было установлено, что при среднем интегральном поглощении антипирена шпоном, равным 25 %, для листов, без слепопропиточной выдержки в стопе, значение КОР не превышает 35 %, а после высушивания отмечены высолы в виде крупных кристаллов, которые полностью покрывают пласти шпона. Для шпона после выдержки в стопе, по мере повышения времени, интенсивность высолов и их структура значительно изменяются. Так, толщина слоя высолов значительно уменьшается уже после 10 мин выдержки в стопе. Размеры кристаллов соли визуальнo уменьшаются после 30...45 мин выдержки в стопе, а после 90 мин высолы проявляются в виде пятен тонкого белесого налета, покрывающих не более 40...50 % площади пластей шпона, что, с большой долей вероятности, не окажет негативного влияния на процесс склеивания шпона в фанеру. Величина КОР существенно повышается с увеличением времени слепопропиточной выдержки шпона, достигая значения равного 93 %.

#### Список литературы

1. Мишков С.Н. Производство огнезащитной фанеры на основе пропитки шпона антипиренами: дис. ... канд. техн. наук. М.: МЛТИ, 1987. 209 с.

#### УДК 658.581

### **СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

Галковский Е.И., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Желенкова А.Д., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Катанаев Д.В., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный руководитель: Пеньков И.В., ст.преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Использование системы мониторинга станков с числовым программным управлением (ЧПУ) позволяет обеспечить эффективный контроль работоспособности

оборудования на современном производстве. Наблюдение осуществляется с помощью специальных устройств и программного обеспечения (ПО). Новые системы могут быть установлены на различных типах оборудования, таких как токарные, фрезерные, расточные станки и т.д.

Системы контроля и аварийной защиты в станке с ЧПУ обеспечивают: безопасную работу станка; защиту станка и оператора от потенциального вреда; получение информации о неисправностях [1].

Эти системы могут быть дополнительно настроены и обучены распознавать особенность работы каждого конкретного станка, что позволяет достичь максимальной эффективности и безопасности при его эксплуатации и создаёт возможность объединения с другими системами управления производством, такими как системы планирования производства, управления ресурсами.

Рассмотрим примеры аппаратных и программных решений по мониторингу и аварийной защите в станке с ЧПУ.

Концевые выключатели – используются для определения положения движущихся частей станка и предотвращения их выхода за свои пределы. Когда станок достигает предела, датчик посылает сигнал на контроллер ЧПУ, чтобы остановить движение.

Системы аварийной остановки – это системы, при активации которых немедленно останавливаются все перемещения и операции станка. Примером может быть система отключения цепей питания посредством аварийной кнопки.

Защита от перегрузки – система, защищающая станок с ЧПУ от чрезмерных нагрузок, контролируя уровни тока и напряжения двигателей. Если ток или напряжение превысят заданный предел, система остановит станок для предотвращения повреждений.

Обнаружение поломки инструмента – такая система обнаруживает поломку инструмента во время операции и останавливает станок, чтобы предотвратить дальнейшее повреждение оборудования и обрабатываемых материалов.

Автоматическая диагностика неисправностей – система постоянного контроля работы станка и выявления неисправностей или отклонений от нормы. При обнаружении неисправности система предупредит оператора и предоставит информацию о том, как решить проблему.

Для обеспечения более качественного анализа работы станков с ЧПУ предприятия часто сочетают и аппаратную и программную защиты.

Наиболее популярные производители систем мониторинга и защиты как зарубежного и отечественного производства:

– Winnum станки. Одна из первых компаний, вышедших на рынок с полностью готовым решением по удаленному мониторингу и диагностике любого оборудования [2].

– Montronix. Может устанавливаться на любые модификации станочного оборудования, независимо от типов стоек ЧПУ.

– СМИС Эксперт. Разрабатывает инновационные решения в области инженерного мониторинга [3].

– АИС диспетчер. Позволяет контролировать состояние станков и требует минимального времени на интеграцию в производственную инфраструктуру.

Системы мониторинга станков зарубежного производства эффективнее отечественного, как по элементной базе, так и по программному обеспечению. Однако ценовая категория на порядок выше.

В целом, системы мониторинга и противоаварийной защиты станков с ЧПУ являются необходимым элементом в современном производстве. Они обеспечивают безопасность операторов и оборудования, повышают эффективность производственных процессов и уменьшают риски возникновения аварий.

## Список литературы

1. Григорьев С.Н., Гурин В.Д., Козочкин М.П. Диагностика автоматизированного производства. Москва: Машиностроение, 2011. 600 с.
2. Winnum станки. URL: <https://winnum.io/solution/ncmachines> (Дата обращения 11.04.2023)
3. СМИС Эксперт // FMS 3000. URL: <https://smis-expert.com/aspb-sistema-upravleniya-prombezopasnostyu> (Дата обращения 11.04.2023)

**УДК 681.5****ФОРМИРОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ЧАТ-БОТА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТА**

Ганенко Г.В., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

[grigoryganenko@gmail.com](mailto:grigoryganenko@gmail.com)

Научный руководитель: Козлов И.В., ассистент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

[kozloviv@bmstu.ru](mailto:kozloviv@bmstu.ru)

В современном обществе развитие технологий играет важную роль в образовании. Одной из самых перспективных технологий, которые используются в образовании, являются чат-боты. Чат-боты – интерактивные программы, которые моделируют коммуникацию между пользователем и виртуальным собеседником с использованием текстовых сообщений. В некоторых случаях они используются для обучения, помощи и советов [1].

Целью проекта является формирование инструментария чат-бота для оптимизации обучения студента. Была проведена разработка и отладка бота, реализованного в мессенджере Telegram. Также был проведен анализ актуальности использования функций, приведенных в данной программе.

Для написания чат-бота перспективнее всего использовать язык программирования Python. Python является высокоуровневым («человекочитаемым») языком программирования, который для вывода результатов использует интерпретатор [2].

Вдобавок для создания эффективного чат-бота в образовании необходимо учитывать индивидуальные потребности каждого студента. Для этого можно использовать алгоритмы позволяющие подобрать боту соответствующие сервисы и ресурсы персонально для каждого пользователя.

Также можно включить функцию индивидуальной оценки знаний студента и наладить автоматическое присвоение вариантов, чтобы облегчить работу преподавателя.

Чат-боты могут быть реализованы через платформы, Facebook Messenger, Telegram, Slack, Skype и другие. Такие платформы поддерживают интеграцию с различными программами и сервисами, позволяющими учитывать потребности студентов [3].

В результате выполненной работы были выявлены наиболее перспективные инструменты для оптимизации обучения и исследованы эффективные способы внедрения данных инструментов в исходный код программы. На основе полученных сведений был создан полностью функционирующий чат-бот, позволяющий заметно упростить работу преподавателей и обучающихся.

## Список литературы

1. Большая книга проектов Python. СПб.: Питер, 2022. 432 с. URL: [https://дз.ею/tmp/Bibl\\_progr\\_Sb\\_187kn/%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%B0%D1%8F%20%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D0%B2%20Python%20-%202022.pdf](https://дз.ею/tmp/Bibl_progr_Sb_187kn/%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%B0%D1%8F%20%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D0%B2%20Python%20-%202022.pdf) (Дата обращения 11.04.2023)
2. МакГрат М. Программирование на Python для начинающих: перевод с англ. М.А. Райтмана. Москва: Эксмо, 2015. 192 с.
3. Васильев А. Программирование на Python в примерах и задачах / Москва: Эксмо, 2021. 616 с.

**УДК 630\*2****КАУЧУКОНОСНЫЕ РАСТЕНИЯ ЗОНЫ СМЕШАННЫХ ЛЕСОВ**

Гир Д.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

d1mgir@yandex.ru

Мещеряков А.Д., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

saneck100203@yandex.ru

Научный руководитель: Кормилицына О.В., к.с.-х.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Натуральные и синтетические каучуки являются основой большинства эластомеров и широко используются в различных отраслях промышленности.

Первые упоминания о каучуке относятся к XVI в., когда испанские конкистадоры обратили внимание на мячи, которыми индейцы Южной Америки пользовались в спортивных играх. Дерево, сок которого (каучу) добывали местные жители в девственных лесах Амазонки, получило у биологов название *Nevea brasiliensis* (Гевея бразильская).

В 1839 г. Чарльз Нельсон Гудьир первым провел вулканизацию каучука. В результате такой обработки каучук теряет вязкость и приобретает эластичность, которая сохраняется в широком диапазоне температур. Благодаря этому открытию область применения каучука значительно расширилась.

Источником каучука на тот момент являлась только гевея. Интенсивное выкачивание сока из деревьев приводило к тому, что они переставали его вырабатывать, а потребность в каучуке росла из года в год. Поэтому в Бразилии стали закладывать плантации каучуконосов. В 1870 г. англичанину Генри Уикхему удалось вывезти из Бразилии 70000 семян гевеи и доставить их в Великобританию, чтобы затем использовать выращенные из них сеянцы для посадки на колониальных плантациях [1].

К концу XIX – началу XX века получение натурального каучука на плантациях не всегда могло обеспечить все возрастающие потребности в этом материале. В связи с этим задача получения синтетического каучука становится приоритетной для химиков многих стран. В 1909 г. немецкому химику Фрицу Гофману удалось впервые синтезировать синтетический каучук на основе способа полимеризации изопрена.

Натуральный каучук представляет собой ненасыщенный ациклический углеводород, макромолекула которого построена из периодически повторяющихся изопреновых групп  $C_5H_8$ , полимеризованных по схеме присоединения 1,4. Продукт, добываемый из млечного сока некоторых растений, называется гуттаперчей. В основном гуттаперча, как и натуральный каучук, состоит из высокомолекулярного углеводорода – гутты, состав которого выражается формулой  $(C_5H_8)_n$ , но отличается от него значительно меньшей эластичностью [2].

В 1929 г. в нашей стране была организована Центральная научно-исследовательская лаборатория по изучению каучуконосов, которая уже в 1930 г. была реорганизована во Всесоюзный научно-исследовательский институт каучука и гуттаперчи. Благодаря работе сотрудников этой организации и Ботанического института АН СССР, в результате многочисленных экспедиций были изучены и оценены условия роста более 1000 видов растений каучуконосов и гуттаперченосов. Большой вклад в исследования внесли А.А. Ничипорович, А.А. Прокофьев, А.П. Осипов, Г.Г. Боссе, М.М. Ильин, П.А. Якимов и другие. В результате проведенных исследований были выделены группы: эффективных, потенциально-перспективных и условно-перспективных каучуконосов и гуттаперченосов [3].

Каучук и гуттаперча встречаются в растениях в различных формах и во всех вегетативных органах растений: в ассимиляционных тканях; в запасающей паренхиме коры, сердцевинных лучах и сердцевине; в млечниках. В бересклете бородавчатом, перспективном гуттаперченосе зоны смешанных лесов, гутта содержится в виде очень тонких эластичных нитей в коре корня. К растениям, характерным для указанной зоны, которые в той или иной степени содержат каучук и гутту относятся: клен, липа; жимолость, бузина, калина; чистотел, пролеска, недотрога, зверобой, тысячелистник, полынь, мать-и-мачеха, барвинок, вьюнок и другие.

Таким образом, в зоне смешанных лесов встречаются разнообразные виды растений, содержащие каучук и гутту. Безусловно, плантационное выращивание некоторых из перечисленных видов растений возможно, но будет определяться результатами исследований содержания каучука и гутты в определённых органах растений и разработкой технологии их выделения.

#### Список литературы

1. Чалдаева Д.А. Исторические предпосылки производства натурального каучука // Вестник Казанского технологического университета. № 9. 2011. С. 91-97.
2. Грандберг И.И., Нам Н.Л. Органическая химия: учебник для вузов: 11-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 608 с.
3. Ильин М.М., Якимов П.А. Каучуконосы и гуттаперченосы СССР, в кн. Растительное сырье СССР, Т. 1, М.-Л., 1950, С. 61-142.

УДК 62-567

## **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АМОРТИЗАТОРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

Головин Д.О., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

davidgolovin@mail.ru

Лебедева В.И. студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

viktorialeb352@gmail.com

Научный руководитель: Бычков Г.А., ассистент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

bychkovga@bmstu.ru

В данное время стоит актуальный вопрос о разработках новых типов транспорта с электроприводом, а также его модернизация и улучшение. Чтобы увеличить эффективность такого транспорта, можно использовать новые типы амортизаторов, способных преобразовать механическую работу подвески в электроэнергию.

Идея состоит в том, чтобы на новых образцах техники с электроприводом попробовать использовать новый тип амортизаторов, который, за счет аккумуляции энергии, позволит увеличить запас хода и уменьшить выброс вредных веществ в атмосферу, либо сможет запитывать аккумулятор или другие системы транспорта, требующие электроснабжения [1].

Самые современные типы амортизаторов, это газовые, масляные и газо-масляные, принцип работы которых состоит в том, чтобы гасить возникающие колебания, т.е. преобразовывать механическую энергию в тепловую.

Принцип работы нового типа амортизатора заключается в том, чтобы гасить энергию возникающих колебаний механической энергии по средству преобразования этой энергии в электроэнергию.

На данный момент есть 2 вида прототипа нового типа амортизатора, линейный и вращательный.

Линейный амортизатор представляет собой небольшой магнитный стержень, который смещается внутри полой трубки со спиралью проводника (катушки). Естественные колебания автомобильной подвески приводят к движению сердечника внутри проводящей спирали, что и приводит к появлению электрического тока.

Вращательный амортизатор включает в себя систему зубчатых колес, которая собирает энергию беспорядочного движения и, в конечном счете, производит электроэнергию. Это можно называть устройством механического выпрямителя движения. В основу легло преобразование нерегулярных колебательных движений в однонаправленное вращение [2]. Шестерня передает вращение на коническую зубчатую передачу, которая крутит небольшой генератор.

При успешном проведении всех испытаний новый тип амортизаторов может быть использован как в транспорте с электроприводом, так и в обычном транспорте. Чем больше нагрузка на амортизаторы, тем больше их КПД, и, поэтому, целесообразно использование таких амортизаторов на тяжелом транспорте, или на бездорожье, за счет большого количества колебаний [3].

Таким образом, существуют амортизаторы действительно способные преобразовывать механическую энергию в электроэнергию. Разработаны и ведутся испытания их прототипов. Новый тип амортизаторов позволит создавать более технологичный и энергоэффективный транспорт.

#### Список литературы

1. Дербаремдикер А.Д. Гидравлические амортизаторы автомобилей. М.: Машиностроение, 1969. 236 с.
2. Мощинский Ю.А. Расчет синхронных генераторов с постоянными магнитами. М.: Изд-во МЭИ, 2002. 31 с.
3. Патентный поиск. URL: <https://findpatent.ru/patent/266/2666506.html> (Дата обращения 10.05.2003).

#### УДК 51-74

#### ЗАДАЧА О ЦЕПНОЙ ЛИНИИ

Головин Д.О., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

davidgolovin@mail.ru

Научный руководитель: Тумор С.В., ст.преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Современные программы для расчетов и построения пространственных и плоских моделей нуждаются в компьютерах большой мощности. Чтобы оптимизировать построение цепей, нитей, веревок и т.п. используется функция цепной линии – кривой, форма которой соответствует однородной, гибкой, нерастяжимой, тяжелой нити, закрепленной с обоих концов и находящейся под действием силы тяжести. Это очень важно при разработке новых программ, а также для улучшения действующих [1, 2].

В настоящее время компьютерная отрасль существенно развивается, что делает актуальным создание математических и трехмерных моделей, которые бы позволили вносить изменения в характеристики этих моделей. С развитием реалистичности в компьютерной графике возникла потребность правдоподобной передачи виртуальной модели объекта. Например, большинство свисающих проводов и веревок, отрисованных с помощью компьютерной графики, является частью фона, и использовать физику для их создания было бы слишком затратно. Следовательно, очень важно иметь возможность создавать статические цепные линии без вычислений в реальном времени.

Также для постройки некоторых видов мостов и арок требовалась конструкция, снижающая нагрузки на опорные элементы конструкций. Перевернутая цепная линия стала одним из решений данного вопроса. Однородная арка в форме перевернутой цепной линии испытывает только деформации сжатия, при этом не испытывая деформации изгиба.

Чтобы составить функцию цепной линии, рассмотрим элементарный участок однородной, гибкой, нерастяжимой, тяжелой нити длиной  $\Delta l$ , закрепленной с обоих концов. Масса этого участка равна  $\Delta m = \rho S \Delta l$  и на него действует распределенная по длине сила тяжести, направленная вниз и равная  $\Delta mg = \rho g S \Delta l$ . Здесь  $\rho$  – плотность материала нити,  $g$  – ускорение свободного падения,  $S$  – площадь поперечного сечения

нити. Также на концах данного элементарного участка действуют силы натяжения нити  $T(l)$  и  $T(l + \Delta)$ .

Тогда условие равновесия рассматриваемого участка в векторном виде запишется как  $\vec{T}(l) + \vec{T}(l + \Delta) + \Delta m \vec{g} = 0$ .

Проецируя вектора на оси координат и решая дифференциальное уравнение, получаем, что форма нити, а значит и цепной линии, определяется функцией

$$f(x) = \frac{a}{2} (e^{x/a} + e^{-x/a}) = a \cdot \operatorname{ch}\left(\frac{x}{a}\right), \quad (1)$$

где  $a = \frac{T_0}{\rho g S}$  ( $T_0$  – горизонтальная компонента силы натяжения нити), а  $\operatorname{ch}(x) = \frac{(e^x + e^{-x})}{2}$  – гиперболический косинус.

Стоит отметить, что параметром  $a$  задаются физические свойства цепной линии.

Уравнение цепной линии позволяет в реальном времени высчитать точное расположение предполагаемого объекта в пространстве, при условии, что известен материал, масса, а также длина. Без использования данного уравнения приходилось бы каждый раз создавать точную физическую модель предполагаемого участка, обладающего свойствами цепной линии. При таком способе велика погрешность расчётов в случае, если макет и объект имеют существенные отличия в размерах. Таким образом, чтобы уменьшить вычислительную нагрузку и производить более точные расчеты, используется функция цепной линии, моделирующая физическую модель самой этой линии.

Использование цепной линии при построении физических моделей, форма которых может быть описана функцией цепной линии, позволяет сократить затрачиваемые вычислительные мощности компьютера, дает более точный результат при проектировании, а также позволяет сооружать архитектурные объекты в форме цепных линий, испытывающие равномерную нагрузку по всей длине.

#### Список литературы

1. Меркин Д.Р. Введение в механику гибкой нити. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. 240 с.
2. Суммарные и результирующие нагрузки. URL: <https://studopedia.org/14-15644.html> (Дата обращения 11.04.2023)



УДК 581.522.62

## **ДАЛЬНОСТЬ ДИССЕМИНАЦИИ КЛЁНА ОСТРОЛИСТНОГО ПОД ПОЛОГОМ ТЕМНОХВОЙНЫХ И СВЕТЛОХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

Голубенкова Н.В., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

golubyonkova2016@ya.ru

Нартова К.В., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

ksysha-eva@yandex.ru

Научный руководитель: Мельник П.Г., к.с.-х.н. доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Расселение древесных растений зависит, главным образом, от успешного прохождения всех стадий генеративного развития вида, его биологических и экологических свойств и конкурентоспособности, в целом содействующих или препятствующих выживанию и закреплению того или иного растения на новом месте [1].

Цель работы – изучение дальности диссеминации клёна остролистного под пологом темнохвойных и светлохвойных насаждений.

Объекты исследований расположены на территории Никольской лесной дачи в Воря-Богородском участковом лесничестве Щёлковского учебно-опытного лесхоза МФ МГТУ имени Н.Э. Баумана. С 2007 г. здесь выполняются исследования дальности эффективной диссеминации и динамики естественного возобновления лиственницы европейской как экспериментальной основы для изучения закономерностей расселения и миграционных возможностей этого вида [2]. Почва объекта исследований – дерново-подзолистая легкосуглинистая, сформированная на флювиогляциальном песке, оставленном ледниковыми потоками. Тип лесорастительных условий В2 (простая свежая суборь) [3]. Темнохвойное насаждение представлено естественным ельником, в 40-летнем возрасте имело следующую таксационную характеристику: состав 6Е4Б, запас 210 м<sup>3</sup>/га, рост по I классу бонитета. Светлохвойное насаждение представлено культурами лиственницы, в 143-летнем возрасте насаждение характеризовалось ростом по Ia классу бонитета, составом первого яруса 9Л1СедЕ; второго яруса – 8Е2Кл. Запас стволовой древесины 1 яруса – 1217 м<sup>3</sup>/га, второго – 16 м<sup>3</sup>/га. Общий запас стволовой древесины – 1233 м<sup>3</sup>/га.

При изучении диссеминации клёна остролистного необходимо учитывать, что эта порода относится к древесным гемиянемохам, имеющим кожистые пленочные выросты, так называемые крылышки. Их семена относительно тяжелые и при наличии крылышек под воздействием ветра в планирующем полете равномерно рассеиваются вокруг кроны. Клён остролистный не образует монодоминантных сообществ, но является важнейшим компонентом широколиственных лесов. По литературным данным, максимальные расстояния диссеминации клёна оцениваются до 100 м, заметная диссеминация наблюдается до 45 м, оптимум – 25 м [1].

Источником диссеминации под пологом ельника послужило 1 дерево клёна остролистного диаметром 19 см. На этом объекте было установлено, что максимальное расстояние распространения семян клёна остролистного достигает 24,7 м в северо-восточном направлении, а минимальное 9,1 м в юго-западном направлении от материнского дерева. Относительно других сторон света максимальные расстояния

диссеминации колеблются в пределах 9,7–23,1 м. Под пологом лиственничника было 2 материнских дерева клёна остролистного, с диаметрами 15 и 22 см. Здесь максимальное расстояние распространения семян клёна остролистного достигает 31,8 м в северо-восточном направлении, а минимальное 13,7 м в западном направлении. Относительно других сторон света максимальные расстояния диссеминации колеблются в пределах 23,9–27,7 м.

В результате проведённых исследований можно сделать следующие выводы.

1. Максимальное расстояние распространения семян клёна остролистного достигает под пологом светлохвойного насаждения 31,8 м в северо-восточном направлении, в отличие от темнохвойного насаждения, где максимальное распространение семян меньше – 24,7 м.

2. Под пологом ельника относительно других сторон света максимальные расстояния диссеминации клёна колеблются в пределах 9,1–23,1 м, а под пологом лиственничника в пределах 13,7–27,7 м.

#### Список литературы

1. Удра И.Ф. Расселение растений и вопросы палео- и биогеографии. Киев: Наукова думка, 1988. 200 с.
2. Мельник Л.П. Естественное возобновление лиственницы европейской за пределами ареала при минимальном количестве семенников // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2021. Т. 25. № 6. С. 39-44. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-39-44
3. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Опыт лесоводственного мониторинга в Никольской лесной даче. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015. 112 с.

#### УДК 608

#### ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ В УСЛОВИЯХ УНИВЕРСИТЕТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ РЕГУЛЯТОРА ОСВЕЩЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ

Гоменюк А.Р., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

a\_rg@bk.ru

Научный руководитель: Поленов Д.Ю., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Современный мир электроники немыслим без печатных плат (ПП). Они являются необходимым элементом практически любых приборов, начиная от холодильников и смартфонов и заканчивая космической и военной техникой. Использование ПП позволяет минимизировать ошибки при сборке, упростить и ускорить монтаж, повысить производительность, улучшить теплоотвод внутри приборов, обеспечить стабильное качество и заданную точность аппаратуры, снизить её вес и габариты.

Установлено 3 класса применения ПП: класс применения 1 – электронные изделия общего назначения (бытовая аппаратура); класс применения 2 – электронная продукция целевого назначения (промышленная электроника); класс применения 3 – электронная продукция высокого уровня надежности. [1].

В данной работе представлен способ изготовления однослойной ПП 1 класса применения (не имеют значения незначительные несовершенства, влияющие на внешний вид, и главное требование – нормальное функционирование электронного блока) для регулировки яркости освещения помещения.

Для изготовления ПП были использованы: стеклотекстолит 5×5 мм; глянцевая бумага; перекись водорода 100 мл; лимонная кислота 35 г; соль пищевая 5 г; растворитель.

С помощью программы Altium designer, исходя из требований к системе, составляется схема и проект ПП. Полученный проект в отзеркаленном виде наносится принтером на лист глянцевой бумаги и совмещается с поверхностью стеклотекстолита. Затем заготовка подвергается воздействию высокой температуры с целью перенести тонер на поверхность будущей ПП. После удаления лишнего слоя бумаги под струей воды, стеклотекстолит помещают в заранее изготовленный раствор для травления меди, в состав которого входит перекись водорода, лимонная кислота и пищевая соль. Как только процесс травления меди будет завершен, останется только удалить растворителем тонер с поверхности получившихся дорожек ПП.

Полученная ПП соответствует 1 классу точности согласно ГОСТ Р 53429-2009 [2].

Данный способ изготовления отличается простотой, низкой стоимостью и сравнительно высокой скоростью изготовления, что дает ему возможность конкурировать с более точными и высокотехнологичными методами в определенных ситуациях, таких как, например, изготовление однослойной печатной платы студентом, с целью проверить работоспособность разработанной им схемы на практике.

#### Список литературы

1. ГОСТ Р 55490-2013. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200105321> (Дата обращения 08.04.2023)
2. ГОСТ Р 53429-2009. URL: <https://www.vashdom.ru/gost/53429-2009/> (Дата обращения 08.04.2023)

#### УДК 630\*165.51

### ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ СОСНЫ БАНКСА В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ

Горшков Д.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный руководитель: Васильев С.Б., к.с.-х.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

[svasilyev@mgul.ac.ru](mailto:svasilyev@mgul.ac.ru)

В работе представлены результаты исследования морфологических признаков сосны Банкса. Учитывались показатели связи между морфологическими признаками шишек и семян.

Сосна Банкса является перспективной породой для выращивания в Европейской части России. Она нетребовательная к почвенным и климатическим условиям, обладает быстрым ростом в первые годы жизни.

При исследовании морфологических признаков растений, произрастающих в условиях интродукции, является актуальным проведение анализа корреляционных связей. Установленные показатели связи между признаками могут быть использованы в практических целях [1].

При этом необходимо учитывать, что в центре Европейской части России наблюдается повышенная антропогенная нагрузка. Зная изменчивость морфологических

признаков сосны Банка, можно смягчить давление антропогенных факторов, используя при посадке лесных культур растения, имеющие широкий диапазон нормы реакции [2].

При оценке связи между признаками учитывались коэффициенты корреляции прямолинейные ( $r$ ) и криволинейные ( $\eta$ ).

В результате исследования установлено:

– тесная прямолинейная связь между длиной и шириной шишек (при этом 72 % каких-то факторов действуют на изменение данных связанных признаков в одинаковом направлении);

– умеренная прямолинейная связь между длиной и числом чешуй в шишках (31 % каких-то факторов действуют на изменение данных связанных признаков в одинаковом направлении);

– умеренная прямолинейная связь между шириной и числом чешуй в шишках (50 % каких-то факторов действуют на изменение данных связанных признаков в одинаковом направлении).

При исследовании семян сосны Банка установлено отсутствие корреляционных связей между длиной и шириной семян ( $r = 0,03$ ).

#### Список литературы

1. Путенихина К.В., Шигапов З.Х., Мкртчян М.А., Путенихин В.П. Корреляции количественных показателей шишек и семян кедр сибирского при интродукции // Хвойные бореальной зоны, XXXIII. № 1-2. 2015. С. 48-54.
2. Брынцев В.А., Лавренов М.А., Коженкова А.А. Исследование морфологических признаков и посевных качеств семян видов рода *Larix* Mill. В условиях интродукции // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2022. № 2(386). С. 26-38

#### УДК 528.854

### СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА ПО ДАННЫМ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО САДА

Гофман М.Д., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

mark\_gof@mail.ru

Научный руководитель: Карминов В. Н., к.с.-х.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Цифровая модель рельефа (ЦМР) – трехмерное отображение земной поверхности, представленное в виде массива точек с определяемой высотой. В свою очередь, данные, получаемые с помощью наземных лазерных сканеров, представляют собой цифровую модель местности (ЦММ). ЦММ – картографическая модель, включающая логико-математическое описание в цифровой форме объектов местности и содержащая данные об их характеристиках. Отличие ЦММ от ЦМР в том, что она включает в себя цифровые слои (модели) рельефа, вектора (объекты с семантическими характеристиками), распространения населения (административные границы, границы населенных пунктов с численностью жителей согласно последней переписи населения), препятствий (высоты зданий, растительности и инженерных сооружений). А ЦМР содержит информацию только о высоте истинного рельефа, без учета растительности, зданий и других антропогенных объектов.

В настоящее время наземное лазерное сканирование (НЛС) все чаще применяется в различных отраслях промышленности. Лидерами по применению данных НЛС являются строительная и нефтегазовая отрасль. Отрасль лесного хозяйства также все чаще применяет НЛС для инвентаризации леса, так как это позволяет значительно сократить время на полевые и камеральные работы [1]. При проведении НЛС в лесу с целью получения таксационных характеристик древостоя получают облако точек, содержащее не только точки, относящиеся к древостою, но и точки, относящиеся к рельефу. Используя данные НЛС, можно построить ЦМР по точкам самого рельефа, что в других основных методах получения ЦМР (воздушное лазерное сканирование, радиолокационные снимки, стереоизображения) возможно далеко не всегда [2, 3].

Получение ЦМР по данным НЛС состоит из двух основных этапов: полевого и камерального. Полевой этап – это выполнение самой съёмки с помощью лазерного сканера (лидара). Камеральный этап состоит из четырех шагов: 1) предобработка; 2) создание тренировочного набора данных; 3) классификация; 4) создание ЦМР.

Для выполнения данной работы был использован фрагмент лидарной съёмки территории дендросада Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Камеральная обработка выполнялась в программном обеспечении (ПО) CloudCompare, QGIS и SAGA GIS. CloudCompare – это бесплатное ПО с открытым исходным кодом, которое предоставляет набор основных инструментов для ручного редактирования облаков точек. В данном ПО проводились первые три шага камеральной обработки. Предварительная обработка данных в среде CloudCompare начинается с разделения облака точек на точки поверхности и точки, удалённые от поверхности. Результатом разделения являются два слоя. Дальнейшая работа происходит только со слоем, который определился как «точки поверхности». Так как алгоритм разделения оставляет на слое различные объекты, не относящиеся к рельефу, проводится чистка облака точек от повторяющихся элементов и создается тренировочный набор данных. Для создания тренировочного набора данных с помощью функции «Сегмент» выбираются области поверхности без остатков растительности и антропогенных объектов, далее выбираются области с остатками растительности и антропогенными объектами. Облако точек разделяется на три новых слоя, содержащих точки поверхности, растительности и антропогенных объектов и всего остального, что не было выбрано в качестве тренировочных данных. После этого используется плагин «CANUPO» (обучение классификатора на основе многоуровневой размерности). После обучения классификатора средствами «Классификация CANUPO» проводится классификация. Полученное облако следует разделить по классам и выгрузить слой, содержащий только точки рельефа в формате шейп-файла для использования его в QGIS. Получившийся шейп-файл загружался в QGIS, где выполнялось построение модели рельефа на основе триангуляционной (TIN) модели. После чего в среде SAGA GIS TIN модель проходила процедуру сглаживания на основе сплайной интерполяции и её конвертирования в регулярную (grid) модель, которая поддерживается различными ГИС.

Полученный файл можно использовать для ортотрансформирования космо- и аэроизображений, проверки точности построения ЦМР по данным ВЛС и как поверхность отсчёта при определении высоты насаждений по облаку точек. Следует отметить гибкость данного подхода при создании тренировочного набора данных и возможную автоматизацию шагов 2, 3 и 4 камеральной обработки. К условным недостаткам данного метода можно отнести значительные аппаратные требования к оборудованию, на котором будет производиться обработка данных.

## Список литературы

1. Богданов А.Н., Алешутин И.А. Наземное лазерное сканирование в строительстве и BIM-технологиях // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. № 4(46). С. 326-332.
2. Чумаченко С.И., Терехов В.И., Митрофанов Е.М., Гришин И.А. Подход к автоматической оценке таксационных параметров деревьев с помощью данных LiDAR // Динамика сложных систем - XXI век. 2022. Т. 16. № 4. С. 63-73.
3. Карминов В.Н., Мартыненко О.В., Онтиков П.В. Разработка цифровой модели рельефа территории ЩУОЛХ МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана // Ежегодная НТК ППС, аспирантов и студентов МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана за 2021 г. Красноярск: ООО «Научно-инновационный центр». 2022. С. 41-42.

**УДК 630.88****ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФИЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДЫСТОРИЯХ ДЕФОРМИРОВАНИЯ**

Грачева К.В., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

xenia.gra4ewa2016@yandex.ru

Маков М.М., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

Смирнов С.Е., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

Научные руководители: Горбачева Г.А., доцент, к. т. н.

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

Калинина А.А., ст.преподаватель;

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

Известно, что еще в древней Японии был разработан способ создания объемных объектов на поверхности древесины, в результате которого обрабатываемая поверхность выпирала, создавая эффект «капли». Ранее нами была показана возможность формирования профильной поверхности древесины без использования режущих инструментов, экспериментально исследованы деформационные превращения и показано, что наиболее подходящими древесными породами являются ольха и клен [1].

Для исследования технологии формирования профильной поверхности древесины была разработана методика исследования, которая включала нагружение, сушку, шлифование, увлажнение древесины. Эксперименты проводились на образцах древесины ольхи (*Alnus Mill.*) размерами 70×80×20 мм, имеющих различные степени влажности (древесина камерной сушки – 8-10 % и мокрая – более 100 %), при комнатной температуре. Нагружение осуществлялось путем вдавливания металлической формы в древесину тремя различными способами: на испытательной машине INSTRON 3369, с помощью струбцины, ударным методом.

Были проведены экспериментальные исследования для предысторий деформирования, включающих различные способы и условия деформирования. Для

древесины камерной сушки предыстория включала нагружение (INSTRON 3369, струбцина, ударный метод), шлифование на глубину 1-3 мм и увлажнение древесины при температуре 100 оС до полного восстановления деформированной части. Для мокрой древесины осуществлялось вдавливание металлической формы в древесину тремя вышеуказанными способами, затем сушка под нагрузкой до влажности 8–10 % при комнатной температуре, далее шлифование и увлажнение древесины при температуре 100о С, в результате чего происходило исчезновение замороженных деформаций  $\epsilon_f$  [2, 3]. Наилучший результат получения профильной поверхности наблюдался для предыстории деформирования, включающей нагружение образца древесины камерной сушки при помощи струбцины, шлифование и увлажнение древесины при температуре 100 оС, после чего в течение 30 минут можно было наблюдать профильную поверхность.

Таким образом, разработана методика исследования, которая включала нагружение, сушку, шлифование, увлажнение древесины, проведены экспериментальные исследования на образцах из древесины ольхи (Alnus Mill.) для различных предысторий деформирования, позволяющих получить профильную поверхность древесины без использования режущих инструментов.

Исследования выполнены в лаборатории Центра коллективного пользования научным оборудованием «Центр физико-механических испытаний древесины» (ЦКП ЦФМИД) Мытищинского филиала ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет)».

#### Список литературы

1. Грачева К.В., Маков М.М., Смирнов С.Е., Калинина А.А., Галкин В.П. Древесиноведческие аспекты и деформационные превращения при получении поверхности изделий из древесины // Тезисы докладов Всероссийской студенческой конференции, посвященной 175-летию Н.Е. Жуковского. Москва: Издательский дом «Научная библиотека». 2022. С. 610-611.
2. Уголев Б.Н., Галкин В.П., Горбачева Г.А., Калинина А.А. Обратимость деформаций древесины, остающихся после сушки под действием растягивающей нагрузки // Науч. тр. МГУЛ. 2011. № 353. С. 13-16. URL: <https://mf.bmstu.ru/info/faculty/lt/caf/lt1/sostav/articles/aksenov/35.pdf> (Дата обращения 11.04.2023)
3. Уголев Б.Н., Горбачева Г.А., Калинина А.А., Смирнов Д.В. Исследование деформационных превращений поперек волокон древесины кольцесосудистых пород. // Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса сб. науч. тр. III Межд. НТК. Кострома: ФГБОУ ВПО КГТУ. 2015. С. 32-34.

#### УДК 331.103

### AGILE КАК ИНСТРУМЕНТ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИЙСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Грек К.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

grekconstantin22@gmail.com

Научный руководитель: Букова А.А., к.э.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Бережливые технологии сегодня – приоритет для многих компаний, которые ищут новые подходы в управленческой практике. Бережливое производство – это особая

---

Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвященная 170-летию В.Г. Шухова

концепция управления, включающая в себя инструментарий, позволяющий управлять организацией быстрее, экономичнее и эффективнее. Современные перспективные подходы основаны на гибких методологиях, принципах эффективного управления ресурсами, внимания к нуждам потребителя, концентрации на проблеме устранения всех видов ресурсных потерь, результативного использования субъектами управления собственного интеллектуального потенциала.

Гибкие методологии лучше всего адаптированы к постоянно ускоряющемуся развитию технологий, появлению новых средств разработки и все более переменчивым требованиям заказчика. Применение методологии Agile позволяет максимально быстро начать выполнение проекта, детали же могут быть уточнены в процессе его реализации. Agile предполагает движение циклами, фиксируя промежуточные результаты. За счет такого подхода организация может быстрее и чаще получать обратную связь и корректировать движение.

В «Манифесте гибкой методологии Agile» содержится четыре идеи, двенадцать принципов и ни одного практического совета. Таким образом, это не цельная технология, а набор подходов, таких, например, как scrum, объединенных общей философией. Agile-методология может быть полезна в более эффективной организации процесса разработки любых продуктов, так как предполагает поэтапное уточнение требований к продукту, процесс разработки идет вместе с клиентом или заказчиком, что позволяет быстрее адаптироваться к изменению требований [1].

Идеи повышения эффективности управления производственными процессами, которая подразумевает оптимизацию всех этапов производства и сокращение издержек на всех уровнях, изложены в концепции бережливого производства. Его цели – оптимизировать рабочие места, устранить ненужные запасы, минимизировать потери времени и движений. Это позволяет не только уменьшить количество ошибок и дефектов в процессе работы, но и сократить издержки на производство продукции [2].

На практике подходы Agile и бережливого производства в определенном смысле являются взаимодополняющими методологиями: из 12 принципов Манифеста Agile почти половина полностью повторяют идеи бережливого производства. Agile позволяет быстро реагировать на изменения и сокращает время на обработку ошибок, а бережливое производство направлено на устранение ошибок и бесполезных операций. Вместе эти методологии могут значительно улучшить производительность и качество организации, привести к уменьшению издержек и ускорению реализации продуктов.

Оба подхода сосредоточены на быстром реагировании на изменения внешних и внутренних факторов на принципах «делай быстро и улучшай». Однако если использовать их вместе, можно получить много преимуществ, особенно в условиях быстроменяющейся экономической ситуации.

Высокий уровень неопределенности на протяжении длительного времени негативным образом влияет на конкурентоспособность России на мировом рынке, что определяет необходимость разработки и реализации программ по техническому перевооружению, развитию человеческого потенциала, привлечению инвестиционного капитала в высокопроизводительные отрасли, а также по повышению производительности труда при помощи внедрения новых методологий.

В связи с данной проблемой Правительство приняло решение о внедрении проекта «Производительность труда и поддержка занятости». Направлен он на повышение производительности труда в масштабах страны. Участие предполагает освоение лучших практик применения инструментов концепции бережливого производства. Опыт внедрения концепции бережливого производства, даже в виде отдельных элементов, на российских предприятиях различных отраслей показал ее перспективность [3].



Данные реализации национального проекта демонстрируют заметное увеличение производительности труда. Среди успешных примеров внедрения концепции бережливого производства и Agile-методологии в своей деятельности – компания КамАЗ. В частности, удалось увеличить производительность рабочих мест на 20–25 %, что позволило уменьшить время от производства до продажи автомобилей. Также удалось повысить качество продукции и сократить затраты на обработку дефектных изделий. Но главным результатом внедрения бережливого производства и Agile было улучшение совместной работы между отделами производства и технической поддержки. Благодаря Agile методологии удалось сократить время на разработку новых проектов и улучшение уже имеющихся. Это также привело к увеличению скорости выпуска новых продуктов на рынок.

Сочетание методик Agile и принципов бережливого производства приводит к улучшению производственных процессов, увеличению эффективности и качества продукции, улучшению коммуникаций между сотрудниками и клиентами, повышению удовлетворённости клиентов.

#### Список литературы

1. Чуланова О.Л., Глухова Т.Ю. Исследование реализации проектного управления с использованием методологии гибкого управления проектами на основе ценностей Agile // Вестник Евразийской науки. 2019. № 4. URL: <https://esj.today/PDF/15ECVN419.pdf> (Дата обращения 11.04.2023)
2. Agile, Scrum и Kanban: в чем суть и как это работает. WebAcademy. URL: <https://web-academy.com.ua/stati/350-agile-scrum-kanban> (Дата обращения 03.04.2023).
3. Шарова С.В., Букова А.А. Роль учетно-аналитического обеспечения управления в условиях цифровой трансформации бизнеса // Экономика и предпринимательство. 2023. № 1 (150). С. 1329-1333.

#### УДК 620.197.3

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ ИНГИБИТОРОВ В КОРРОЗИОННЫХ СРЕДАХ

Грибанова А.К., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

[boob1234@icloud.com](mailto:boob1234@icloud.com)

Научные руководители: Вагапов Р.К., д.т.н., нач.лаб. «Защиты от атмосферной и внутренней коррозии» КНТЦ коррозионного мониторинга и защиты от коррозии ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

[kizit@rambler.ru](mailto:kizit@rambler.ru)

Олиференко Г.Л., к.х.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

[oliferenko2@inbox.ru](mailto:oliferenko2@inbox.ru);

Как известно, коррозия приводит к необратимому ухудшению металлов, как по физическим, так и по химическим свойствам. Для борьбы с коррозией особенно эффективным и экономически целесообразным является применение ингибиторов, механизм защитного действия которых связан с их адсорбцией на поверхности металлов [1].

Ранее нами было установлено, что эффективным ингибитором коррозии для стали Ст3 в растворах соляной кислоты является так называемый «зеленый ингибитор» – водный экстракт коры ели. Такие реагенты, к которым можно отнести природные экстракты растений или экологически чистые (безвредные) органические соединения, на современном этапе являются новым направлением развития ингибиторной науки. Многие из них по своей природе являются биоразлагаемыми соединениями, что также является их преимуществом.

Цель данной работы – сравнение защитных свойств некоторых промышленно выпускаемых ингибиторов (РФ и EVA) и природного ингибитора на основе экстракта коры ели (ЭКЕ) в различных технологических средах. В качестве коррозионного компонента использовали диоксид углерода (CO<sub>2</sub>).

Выбор данной агрессивной среды связан с широким распространением углекислотной коррозии [2]. Данный вид коррозии носит локальный характер, что делает ее особенно опасной. В связи с этим проблеме коррозионных рисков в результате углекислотной коррозии и борьбе ней уделяется повышенное внимание.

В работе использовали образцы стали Ст3 и Ст20. Для оценки защитной эффективности ингибирующих составов образцы стали полировали, обезжировали ацетоном и взвешивали на электронных весах.

Для определения рабочей концентрации ЭКЕ в коррозионной среде изучали защитное действие ингибитора в 5 % растворе хлорида натрия в течение 6 часов. Для этого образцы стали Ст3 погружали в склянки с испытательной средой и добавляли различное количество экстракта коры ели. Для сравнения использовали ингибитор EVA. По истечении времени выдержки образцов в коррозионной среде их извлекали, промывали водой, производили внешний осмотр образцов, отмечали вид продуктов коррозии и коррозионных повреждений. Продукты коррозии удаляли в травильном растворе, затем мягкой резинкой, образцы промывали дистиллированной водой, протирали фильтровальной бумагой, выдерживали в течение часа в эксикаторе над прокаленным хлоридом кальция, затем взвешивали.

Было установлено, что в растворе хлорида натрия экстракт коры ели проявляет защитное действие, сопоставимое с промышленным ингибитором. Оптимальная концентрация ингибитора ЭКЕ в коррозионной среде составляет 0,3 – 0,5 г/л.

Проведены испытания защитного действия исследуемых ингибиторов в многокомпонентных водных средах: минерализованная Ч1 (компонентный состав: Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, NaCl, KCl, KI, HCl, вода) и пластовая Ч4 (компонентный состав: NaCl, изопропиловый спирт C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O, вода) с барботированием CO<sub>2</sub> (пузырьковый тест (BubbleTest)) при различных температурных режимах (20 оС и 45 оС).

В результате проведенных экспериментов было установлено следующее:

1. Температура и состав среды оказывают прямое влияние на скорость коррозии металла, так, например, при возрастании температуры от 20 оС до 45 оС коррозионная агрессивность среды без добавления ингибитора увеличивается в 1,5 раза.

2. В технологической среде Ч1 при 20оС в целом невысокая скорость коррозии, т.к. это высокоминерализованная среда, в которой CO<sub>2</sub> растворяется хуже.

3. Ингибитор EVA остается эффективным и при 20 оС и при 45 оС.

4. Ингибитор РФ имеет невысокое защитное действие в углекислотной среде.

5. Среда, содержащая изопропиловый спирт (Ч4), оказывает наиболее агрессивное воздействие на сталь из-за отсутствия большого количества минеральных компонентов в составе, которые могли бы снизить растворимость CO<sub>2</sub>.

6. Защитные свойства экстракта коры ели не уступают защитным свойствам промышленного ингибитора EVA.

Таким образом, в результате проведенной работы была получена сравнительная характеристика различных ингибиторов коррозии. В ходе испытаний доказана эффективность их защитного действия. Установлено, что природный ингибитор хорошо зарекомендовал себя как способ борьбы с коррозией в изученных технологических средах.

Создание ингибиторов на основе природных соединений является важным решением не только в области защиты металлов, но и в проблеме утилизации отходов сельского хозяйства и деревоперерабатывающей промышленности.

#### Список литературы

1. Козлова Л.С., Сибилева С.В., Чесноков Д.В., Кутырев А.Е. Ингибиторы коррозии : обзор // Авиационные материалы и технологии. 2015. №2. С. 67-75.
2. Кантюков Р.Р., Запевалов Д.Н., Вагапов Р.К. Анализ применения и воздействия углекислотных сред на коррозионное состояние нефтегазовых объектов // Записки Горного института. 2021. Т. 250. № 4. С. 578-586. DOI:10.31897/PMI.2021.4.11

#### УДК 004

#### УПРАВЛЕНИЕ РОЕМ МАЛЫХ ДРОНОВ. ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Громов В.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

grom02.03.5@mail.ru

Елистратов М.В., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Саурин С.Д., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Хорунжий В.С., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Научный руководитель: Малашин А.А., д.ф.-м.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

В рамках работы лаборатории беспилотных летательных аппаратов кафедры «Прикладная математика, информатика и вычислительная техника» МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана была поставлена задача – обеспечить стабильный полёт роя малых дронов на базе платформы CrazyFlie 2.

CrazyFlie 2 – модульная платформа, основой которой является квадрокоптер размером 92×92×29 мм. Задача управления имеет определенные ограничения в связи с небольшим размером, так как качество и количество датчиков, которые могут быть установлены на дроне, ограничено.

В основе дрона лежит микроконтроллер STM32F405. На нём запущена FreeRTOS, в которой обрабатывается информация с датчиков для управления полётом.

Существуют два способа управления дроном: прошивка плана полета в дрон или передача команд во время полёта. Был выбран второй вариант, так как он обеспечивал возможность быстрой замены неисправного дрона и легкой корректировки траекторий полёта.

Для позиционирования выбрана Loco Positioning System. Она использует якоря, которые транслируют свои координаты на дрон. Из-за погрешности позиционирования и низкой частоты работы (50 Гц) эта система не обеспечивает необходимую стабилизацию дрона. Данную проблему решил модуль FlowDeck, который из-за большей частоты (300 Гц) позволяет точнее и быстрее определять высоту и смещение.

Так же было важно отслеживать ресурс расходников, таких, как аккумуляторы и двигатели.

Конструкция квадрокоптеров предполагает использование двигателей 7×16 мм коллекторного типа, которые имеют малый срок службы. Экспериментально было определено, что в среднем он составляет 50 минут. Это позволило предупреждать их выход из строя.

Литий-полимерные аккумуляторы формата 682030 имеют «просадку» в напряжении при разряде до определенного уровня. Было решено путём равномерного заряда-разряда выявить этот уровень для каждого аккумулятора. По результатам принято решение не использовать малоемкие аккумуляторы, что привело к повышению стабильности полёта.

Установлено, что максимальное количество дронов, с которыми может одновременно вести радиообмен передатчик CrazyRadio – 3 аппарата. Исходя из этого была построена следующая схема: компьютеры с передатчиками находятся в одной локальной сети, на одном из них поднят сервер MQTT, через который происходит синхронизация. Таким образом, добились разгрузки передатчиков, что позитивно сказалось на стабильности соединения.

Для упрощения создания роевых полетов, их отладки и автоматизации процесса написания кода траектории был разработан комплекс программ, позволяющий имитировать полёт с учетом особенностей помещения и погрешностей позиционирования.

В процессе тестирования было выявлено, что для стабильной работы FlowDeck необходимо отсутствие интенсивных источников света, а также наличие определенного узора на напольном покрытии в зоне полётов. По этой причине в зоне полетов использовалось покрытие с регулярным паттерном, не содержащим длинных линий.

Также необходимо было проанализировать зашумленность радиоканала, на котором передатчик CrazyRadio общается с дронами. При помощи роутера определили, что сигнал занимает полосу от 2460 МГц до 2500 МГц. Стоит отметить, что частоты работы Bluetooth, Wi-Fi и GSM отличны от измеренной и не должны загрязнять ее.

В результате проработки всех вышеперечисленных проблем, удалось добиться 84 % стабильных запусков.

#### Список литературы

1. Repository overview | Bitcraze. URL : <https://www.bitcraze.io/documentation/repository/> (Дата обращения 11.04.2023)
2. MQTT Essentials – All Core Concepts Explained. URL: <https://www.hivemq.com/mqtt-essentials/> (Дата обращения 11.04.2023)

#### УДК 630\*5

### **ФОРМИРОВАНИЕ СОСНЯКОВ ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В СВЕРДЛОВСКОМ УЧАСТКОВОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ**

Громов И.М., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

[vanya200128@yandex.ru](mailto:vanya200128@yandex.ru)

Научный руководитель: Стоноженко Л.В., к.с.-х.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Все леса Московской области на данный момент отнесены к различным категориям защитности. Так как значительная часть лесных насаждений Москвы и области находятся

вблизи городской застройки, на них возрастает антропогенная нагрузка. Сосняки вместе с ельниками и березняками господствуют среди лесных насаждений Московского региона [1]. Поскольку сосна значительно долговечнее, чем берёза, и устойчивее к рекреационным нагрузкам, чем ель, сосновые насаждения являются более предпочтительными. При этом в центральной части России преобладают свежие и влажные, относительно богатые почвы, что практически полностью исключает возможность возобновления сосны под собственным пологом из-за обилия подлесочных пород и теневыносливого второго яруса.

Рассмотрены тенденции формирования сосновых насаждений в сложных типах леса на примере лесных культур сосны, посаженных в Свердловском участковом лесничестве, возрастом 70–90 лет. Изучались процессы возобновления различных пород под пологом сосны, также оценивалась конкурентоспособность пород второго яруса, преимущественно липы и клёна [2]. На основании полученных результатов даны прогнозные оценки изменения структуры насаждения в будущем. Для этих целей были взяты 4 постоянные пробные площади (ППП) в Московском учебно-опытном лесничестве в одинаковых лесорастительных условиях, площадью от 0,1 до 0,25 га. На каждой ППП был проведён сплошной переучёт, замерены высоты, проведён учёт подлеска и подроста [2]. Также были взяты переучёты рассматриваемых ППП за 2014–2015 гг. На ППП № 131 и 137 во втором ярусе представлены ель и липа. На ППП № 138 представлены сосново-кленовые культуры, а на ППП № 139 – сосново-липовое, искусственно созданное насаждение. Полнота всех насаждений составляет 1,0–0,9.

Количество подроста в исследуемых насаждениях и его видовое разнообразие зависят от комплекса факторов. Важнейшими из них являются источники обсеменения и световой режим под пологом верхних ярусов. Последний определяется несколькими факторами: затенением основным ярусом насаждения, степень которого зависит от сомкнутости полога и составляющих его пород, а также наличием подлеска различной густоты и породного состава. В исследуемых насаждениях полностью отсутствует подрост материнской породы, однако под пологом сосны в значительном количестве произрастает подрост теневыносливых пород второго яруса. Подрост липы достаточно устойчив и конкурентоспособен для формирования второго яруса. На ППП № 131 и 139 количество подроста липы значительно превосходит подрост ели, что говорит о том, что липа развивается интенсивней, чем ель. Клен остролистный при наличии источника семян даёт густой подрост, чуть менее 10000 шт./га (ППП № 138), который препятствует возобновлению других пород. Наблюдается присутствие дуба в подросте и втором ярусе исследуемых насаждений. Его количество часто незначительно и находится в динамике (гибель или частично переход во второй ярус древостоев). Это связано с тем, что дуб с возрастом становится более светолюбивым и часто не справляется с условиями затенения, вызванного наличием теневыносливых пород во втором ярусе. Исследования показывают, что подрост липы наиболее конкурентоспособен на объекте исследования, это видно, если сравнить количество подроста в 2015 и 2022 гг. На ППП № 138 количество подроста клёна за этот период снизилось почти в два раза, с 19 тыс.шт./га до примерно 10 тыс.шт./га. У липы, в свою очередь, число подроста составило 2,8 тыс.шт./га в 2015 г. и 3,3 в 2022 г. Ель и дуб в подросте не способны конкурировать с липой и клёном. На рассматриваемых участках также присутствует подлесок, представленный рябиной с примесью черёмухи и лещины. В среднем, рябина встречается в количестве от 1 тыс.шт./га (на ППП с доминирующим подростом клёна) до 3,5 тыс.шт./га. Рябина на ППП № 137 массово включена в основной переучёт в ступенях толщины 8 и 12 см.

Динамика древостоя в 1-м ярусе связана, в основном, с естественным отпадом и переходом части деревьев в более крупные ступени толщины. Во втором ярусе исследуемых насаждений динамика более выражена. Отмечается высокий процент отпада

клёна (30 %) в низких ступенях толщины. При этом прирост по диаметру клёна невысок и динамика перехода в более высокие ступени толщины (20 см) слабо выражена. Отпад у липы значительно ниже и связан, в основном, с внешним воздействием (бурелом части материнского полога повредил при падении липу). При этом липа активно переходит в более высокие ступени толщины, достигая 24 см в диаметре. Ель в 2-м ярусе достаточно активно подвержена отпаду, проигрывая конкуренцию липе и даже рябине.

Клён и липа хорошо показывают себя, как породы второго яруса под пологом сосны. Они выдерживают затенение, дают густой подрост. Липа, однако, в сравнении с клёном, устойчивее. Она обладает более стабильной положительной динамикой подраста и не демонстрирует высокий отпад. Благодаря устойчивости сосны к антропогенному воздействию, рассмотренные насаждения хорошо подходят для целей рекреации. При своевременном проведении рубок ухода в сосновых насаждениях нижние ярусы из липы или клена будут формироваться более интенсивно, формируя вертикально-сомкнутые многоярусные насаждения. Рассмотренные древостои имеют высокий потенциал динамической устойчивости за счёт смены основной породы первого яруса, при достижении возраста естественной спелости.

#### Список литературы

1. Коротков С.А., Стоноженко Л.В., Киселёва В.В., Глазунов Ю.Б. Влияние экологических и социально-экономических факторов на формирование лесов Подмосковья // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2020. Т. 31. № 1-2. С. 90-115.
2. Kiseleva V., Stonozhenko L., Korotkov S. The dynamics of forest species composition in the eastern Moscow region // Folia Forestalia Polonica, Series A. 2020. V. 62. № 2. pp. 53-67.

#### УДК 119

#### ИДЕЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЧИСЕЛ

Гульченко Н.С., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

nikita-gulchenko@yandex.ru

Научный руководитель: Фалько В.И., к.ф.н., доцент.

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Понятие виртуальных чисел предлагается рассматривать в математике, как концепт величин, неразличимых для умозрения наблюдателя, неизмеримых традиционными количественными значениями, и которые могут изменяться в зависимости от точки зрения. Концепция виртуальных чисел может быть использована для иллюстрации философской идеи, что наша реальность не является объективной, а скорее социальной конструкцией, создаваемой нами самими. Это означает, что то, что мы воспринимаем как объективную реальность, основано на множестве субъективных восприятий, которые никогда не могут быть полностью объективизированы.

Так как, по теореме Гёделя, в каждой формальной системе существует истина, которую невозможно доказать с использованием самой этой системы, она ограничена и не может описать все возможные математические объекты. Тем не менее, математики знают, что многие из этих объектов существуют в реальном мире. Виртуальные числа – это как раз такие объекты, которые не могут быть формализованы, но можно представить их в

виде мысленного эксперимента или через другие математические объекты в контексте некоторой теории [1]. Кроме того, некоторые истины, особенно относящиеся к теории бесконечных множеств, не только не самоочевидны, но и вступают в явное противоречие с нашей интуицией конечного. Бесконечный опыт поколений убеждает, что часть всегда меньше целого. Тем не менее, определение бесконечности требует принятия прямо противоположного допущения: множество бесконечно, если и только если существует собственное подмножество (не равное всему множеству), которое находится во взаимно однозначном соответствии со всем множеством [2].

Как отличить переменную бесконечно малую величину от актуальной, является вопросом дискуссий не только в математической и физической науке, но и в философии. Различие между этими величинами зависит от того, какой перспективы придерживается наблюдатель. Бесконечно малые величины являются абстрактными понятиями, которые не могут быть измерены непосредственно с помощью наших органов чувств. Они, в свою очередь, служат инструментом для нашего аналитического мышления, для понимания структуры и функционирования объектов и процессов в мире, которые наблюдаются нами в их актуальном виде. Отличие между переменной бесконечно малой величиной и актуальной зависит от того, какие методы и подходы использует наблюдатель в конкретном контексте. Некоторые подходы могут быть более удобными для измерений и экспериментальных исследований. В литературе по теоретической механике мы находим традиционную интерпретацию виртуальных перемещений, описывающую их как мнимые неподвижные перемещения, которые не переходят в реальные перемещения. Однако при рассмотрении предположения об изменении свойств объекта исследования со стороны наблюдателя, будут возникать иные возможности для интерпретации характеристик объекта, движение в безразмерно малых величинах может обладать столь малым движением, что будет мнимая иллюзия неотличимости от состояния покоя [3]. Следовательно, начало движения или остановку чисел в виртуальном мире можно различить только, опираясь на наблюдателя.

Мышление человека, как субъекта, ограничено органами чувств и логическими структурами, а бесконечно малые величины находятся за пределами этих структур. Однако благодаря абстрактной мысли, мы можем «видеть» их и использовать в наших математических моделях и теориях. Безразмерно малые величины являются промежуточным состоянием между Ничем и Бытием. Само понимание бесконечно малых величин находится за пределами нашего опыта и понимания, и только благодаря абстрактной мысли мы можем их понимать.

#### Список литературы

1. Успенский В.А. Теорема Гёделя о неполноте. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. 112 с.
2. Светлов В.А. Философия математики. Основные программы обоснования математики XX ст. М.: КомКнига, 2006. 208 с.
3. Фалько В.И., Фалько Л.А. Гражданская авиация и виртуалистика: грани соприкосновения // Наука. Техника. Человек: исторические, мировоззренческие и методологические проблемы: сб. науч. статей. В. 12. М.: ИД Академии Жуковского, 2023. С. 531–536.

УДК 712

**ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПЛАНИРОВОЧНАЯ КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ РЕКРЕАЦИОННЫХ И ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА БРЯНСК**

Деханова А.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

dekhanova80@bk.ru

Научный руководитель: Ерзин И.В., к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Город Брянск является административным центром Брянской области – одного из густонаселённых регионов России с благоприятными природно-климатическими условиями. В Брянске проживает порядка 380 тыс. человек, а в наиболее тесно связанных с ним населённых местах Брянской области – ещё 1,1 млн. человек [1].

Качество жизни горожан, их образ жизни, общение и отдых в значительной степени зависят от качества и функциональности рекреационных общественных пространств города. Кроме того, озеленённые и природные территории Брянска призваны обеспечивать экологическое благополучие города и его жителей. На сегодняшний день рекреационные и природные территории г. Брянска не составляют функционально полноценную и целостную систему. Это обусловлено как низким уровнем благоустройства и неудовлетворительным состоянием отдельных территорий объектов ландшафтной архитектуры в городе, так и значительной неравномерностью их расположения относительно жилой застройки и общественных центров города. Для того чтобы исправить существующее положение (в условиях ограниченного финансирования) необходимо принимать рациональные и своевременные решения о реконструкции, реставрации или капитальном ремонте существующих объектов рекреации, а также о создании новых объектов, которые позволят повысить общую функциональность системы. Принятие таких решений должно базироваться на научно обоснованных параметрах и рекомендациях, совокупность которых подчинена единой концепции развития системы рекреационных и природных территорий города. На основе проведенного анализа потребностей городских жителей, были сформулированы цель и задачи данной работы [2].

Цель исследования – разработка научно-обоснованной концепции развития системы рекреационных и природных территорий г. Брянска, включающей функционально-типологическое описание отдельных её элементов, основные требования к архитектурным и планировочным решениям, а также классификацию элементов системы по очерёдности реализации.

Задачи исследования: изучить структуру и типологию существующих рекреационных и природных территорий г. Брянска; изучить фактическое состояние рекреационных и природных территорий, сложившуюся специфику их использования жителями города; изучить документы территориального планирования и градостроительного зонирования Брянска с целью выявления основных тенденций развития города и создаваемых ими возможностей и угроз; определить желаемые критерии целостности и функциональности системы рекреационных и природных территорий г. Брянска; выявить территории и природные объекты, которые имеют наибольший потенциал для включения в систему рекреационных и природных территорий города; разработать функционально-планировочную концепцию развития системы рекреационных и природных территорий [3].



Первостепенно, необходимо определить, каких природных и рекреационных пространств не хватает в городе, какие районы имеют большую плотность населения, а соответственно, и потребность в рекреационных пространствах, а также выявить места с наибольшим потенциалом для дальнейшего благоустройства.

В г. Брянске 102 объекта ландшафтной архитектуры, общей площадью 115,14 га, из которых: 75 – скверы, занимающие 47,5 га; 10 – парки, площадью 45,92 га; 3 – бульвары, 5 – площади, 4 – зелёные зоны и 5 относятся к категории мемориалов. Общая площадь скверов и бульваров составляет более 80 % от всей площади объектов озеленения. Анализ местонахождения объектов озеленения внутри административных районов г. Брянска выявил их неравномерное распределение. Наибольшее количество объектов представлено в Советском и Бежицком районах, что составляет 40 и 29, соответственно. Первый – является центральным районом города, а второй – наиболее урбанизированный, включающий в себя большой процент многоквартирной застройки, а также, частный жилой сектор. Близкий к двум главным районам процент площадей, занятых скверами, имеет и Володарский район. В нем активно ведется застройка, и количество мест отдыха пропорционально растет. Фокинский район имеет наиболее низкие показатели по 8 объектам ЛА, что не соответствует его площади и населению, составляющего 17 % населения всего города.

#### Список литературы

1. Население города Брянск // Население. BDEX URL: <https://bdex.ru/naselenie/bryanskaya-oblast/bryansk/> (Дата обращения 03.04.2023).
2. Теодоронский В.С. Объекты ландшафтной архитектуры: учеб. пособие. 2-е изд. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. 330 с.: ил.
3. Ерзин И.В., Разумовский Ю.В. О функциях системы озелененных и природных территорий: терминология и классификация // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2018. Т. 22. № 4. С. 59–67.

#### УДК 712

### ИЗУЧЕНИЕ АРХИТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ УНИВЕРСИТЕТСКИХ КАМПУСОВ

Дорошенко И.С., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

[irina.doroshenko.00@mail.ru](mailto:irina.doroshenko.00@mail.ru)

Научный руководитель: Дормидонтова В.В., к.арх., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Существующая ландшафтная организация территорий высших учебных заведений требует подробного анализа, так как наблюдается несоответствие пространства требованиям общества, отставание от тенденций озеленения и благоустройства. Нынешние университеты обладают территорией, которая не привлекает абитуриентов, студентов и сотрудников вуза, не подчеркивает архитектуру зданий заведения, не обеспечивает условия для благоприятного времяпровождения во время учебы и отдыха. Достаточно актуально для России изучение архитектурно-ландшафтной организации университетских кампусов, так как это обусловлено тем, что в настоящее время основной тенденцией многих высших учебных заведений стало их объединение, из-за чего возникла

потребность создания новых образовательных комплексов. Образовательный процесс стремительно развивается, преподаватели проводят различные практические семинары, коллоквиумы, собрания, онлайн-конференции, преобладает коллективная работа. Для каждого типа обучения необходимо свое пространство, которое должно отвечать требованиям участников образовательного процесса.

Цель данной работы заключается в том, чтобы провести анализ зарубежных и отечественных кампусов, определить проблемы и найти способы их решения, выявить новые приемы в ландшафтной архитектуре, которые позволят территориям обрести новый привлекательный облик.

Под определением университетский «кампус» подразумевается «территория и здания, принадлежащие колледжу или университету» [1]. В состав университетского кампуса входят учебные, научные, лабораторные, жилые, спортивные, административные и хозяйственные корпуса.

Появление территорий университета начинается в первых учебных заведениях – гимназиях, которые возникли в Древней Греции. Главное общественное пространство являлось центральным перистильный двором с площадкой для тренировок, где в центре внимания был алтарь. Появление новых дисциплин повлекло за собой усложнение пространства под возникшие задачи. Гимназии имели симметричную прямоугольную форму, с перистильным двором с колоннадами. В средние века монастыри стали местом для обучения – в то время создавались школы и общежития. Форма двора осталась такой же конфигурации, однако в центре располагался фонтан или крест [2]. Далее территория университета размещалась уже в плотной застройке, где центром являлся так же внутренний двор, окруженный галереями. При классицизме университет отделяется от церкви, что дает резкое развитие территории: высота центрально расположенного, перекрытого общественного пространства увеличивается до высоты здания, вследствие чего оно превращается в многосветное пространство. Площадь закрытого общественного пространства становится соразмерна площади открытых внутренних дворов, при этом образовательный процесс постепенно переходит с площади в аудиторию.

В процессе исследования архитектурно-ландшафтной организации университетских кампусов были рассмотрены 7 кампусов, находящихся в разных точках мира. Были проанализированы такие параметры, как стиль зданий, функциональное зонирование, год постройки, площадь территории, баланс территории, соотношение типов парковых структур, наличие оси, классификация по М. В. Пучкову, а также по параметрам планировочного и объёмно-пространственного решения.

В ходе исследования были выявлены следующие проблемы территорий российских университетов: отсутствие функционального зонирования, грамотного благоустройства и озеленения; неудовлетворительное состояние дорожек, наличие стихийных троп; отсутствие малых архитектурных форм или их неудовлетворительное состояние; наличие проездов, которые преграждают путь пешеходам; отсутствие перспектив и панорам; нет единого архитектурного стиля у корпусов кампуса; колористическое решение зданий и сооружений слишком многообразно [3].

В ходе исследования будут предложены следующие решения вышеописанных проблем: создание функционального зонирования, удовлетворяющее студентов и работников высших учебных заведений; реконструкция дорог; подбор комплекта различных элементов благоустройства в единой стилистике и расширение ассортимента; перенос проездов на периферию кампуса. Будут разработаны рекомендации для озеленения кампусов с учетом типов парковых насаждений и их структур, а также общего архитектурного стиля, который будет отображать свой «дух места».

## Список литературы

1. Абрамов О.К. Корпоративный университет как учреждение последиplomного развития специалистов // Инноватика. 2015. Томск: ТГУ. 2015. С. 604-610.
2. Всеобщая история архитектуры. Том 4. Архитектура Западной Европы. Средние века / под редакцией А.А. Губера. М.: Стройиздат, 1966. 697с.
3. Доржиева А.Д., Дормидонтова В.В. Современные материалы для ландшафтной архитектуры // Вестник ландшафтной архитектуры. 2019. № 19. С. 14-17.

**УДК 630.182****ФОРМИРОВАНИЕ СОСНОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ СЕРЕБРЯНОБОРСКОГО ОПЫТНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ИНСТИТУТА ЛЕСОВЕДЕНИЯ РАН**

Дубей Д., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

dev\_2000@mail.ru

Научный руководитель: Коротков С.А., к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

В сосновых фитоценозах Серебряноборского лесничества формируются многоярусные насаждения. В данных лесорастительных условиях сосняки формируют устойчивые мультипородные биогеоценозы. Лиственные породы, успешно произрастающие под пологом соснового древостоя, в развитии биогеоценоза без внешних воздействий со временем вытеснят сосну.

Цель работы – изучение закономерностей формирования сосновых фитоценозов в Серебряноборском лесничестве Института лесоведения РАН.

Задачи: оценить варьированность таксационных показателей сосновых насаждений; проанализировать структуру сосняков в Серебряноборском лесничестве; определить влияние факторов городской среды на состояние сосновых фитоценозов.

Сосняки в Серебряноборском лесничестве Института лесоведения РАН представляют собой, как правило, старовозрастные насаждения. Сосновые фитоценозы формируются на относительно богатых и устойчиво влажных или свежих песчано-супесчаных почвах, нередко с суглинистыми прослойками, и обычно встречаются по надпойменным речным террасам. Долина реки Москвы имеет особый характер растительности. На надпойменных террасах сохраняются вековые сосняки, часто сложные – с широколиственными породами [1]. В Серебряноборском лесничестве лесорастительные условия позволяют формировать высокопродуктивные и долговечные насаждения сосновых боров. На состояние сосновых фитоценозов в настоящий момент накладывает отпечаток ряд факторов городской среды: уровень техногенной нагрузки, повышенная рекреационная нагрузка и высокая плотность населения [2].

Сосновые леса, находящиеся на различных стадиях развития под воздействием факторов окружающей среды, испытывают разрушительное влияние со стороны городской среды. Выбросы вредных веществ в атмосферу, повышенная рекреационная нагрузка, плотность населения и другие факторы необходимо учитывать в вопросе формирования сосновых фитоценозов [3]. В связи с этим актуальной темой является изучение процесса формирования сосновых фитоценозов в Московском регионе

Объект исследования – сосновые фитоценозы, расположенные в Серебряноборском опытном участковом лесничестве. На примере шести постоянных пробных площадях рассмотрены закономерности формирования сосновых фитоценозов.

В настоящее время для сосновых древостоев в Серебряноборском лесничестве характерны процессы неморализации. В результате во многих случаях наблюдается смена сосны лиственными породами, прежде всего липой и березой. В данных лесорастительных условиях в сосновых фитоценозах формируется сложный мультипородный биогеоценоз.

При дальнейшем развитии сосновых фитоценозов, в которых лиственные породы успешно произрастают в сопутствующем ярусе, лиственные породы со временем сменяют сосну в качестве господствующей породы. Протекающая смена пород в данных сосновых формациях совершенно закономерна, так как обуславливается светолюбивостью сосны – она не способна формироваться под пологом материнского древостоя.

Таким образом, формирование сосновых фитоценозов в Серебряноборском опытном лесничестве представляет собой многофакторный процесс.

#### Список литературы

1. Коротков С.А. Смена состава древостоев и устойчивость защитных лесов центральной части Русской равнины. М.: АНО «ДОБЛЕСТЬ ЭПОХ», 2023. 168 с.: ил.
2. Лежнев Д.В., Глазунов Ю.Б., Коротков С.А., Андреев Г.А. Динамика сосняков сложных в условиях ближнего Подмосковья // Организмы, популяции и сообщества в трансформирующейся среде: Сб. материалов XVII Межд. науч. экологической конф. / под редакцией Ю.А. Присного. Белгород: Белгородский государственный национальный исследовательский университет. 2022. С. 102-105
3. Лежнев Д.В., Меняева В.А., Кривошапов Н.Ф. Структура сосняков сложных национального парка «Лосиный остров» // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы XX Межд. научно-технич. конф. / отв. ред. Е.А. Иванищева. Вологда: ВГУ, 2022. С. 152-158

#### УДК 712

#### **АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТОВ АПТЕКАРСКОГО ОГОРОДА ПРИ МОНАСТЫРЕ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СОВРЕМЕННОЕ САДОВО-ПАРКОВОЕ ИСКУССТВО**

Жигунова М.И., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

po000000idea@gmail.com

Научный руководитель: Бобылева О.Н., ст.преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

bobyleva@bmstu.ru

В настоящее время в мире происходит осознание огромной экологической роли озелененных пространств в повседневной жизни человека. При формировании культурных ландшафтов часто происходит заимствование исторических элементов садово-паркового искусства [1]. Под данное явление попадают монастырский сад и аптекарский огород. Термин «Аптекарский огород» подразумевает сад или небольшой огород для выращивания лекарственных растений. В наше время аптекарский огород – это

многофункциональный сад, который соответствует всем современным тенденциям садово-паркового искусства.

Первое упоминание аптекарских огородов в Европе относится к эпохе Средневековья. Именно тогда влияние церкви было велико, и любое действие считалось проявлением священности. Планировка аптекарских огородов и растущие там растения наделялись аллегорической символикой [1, 2]. Первые аптекарские огороды на Руси возникали при крупных монастырях в 14 веке. Монахи традиционно были искусными врачевателями и садоводами. Например, известно, что аптекарские огороды были созданы в Суздале в Спасо-Евфимиевом монастыре, в Троице-Сергиевой лавре, на Соловках. Возникновение аптекарских огородов в Москве связано с усадебным типом застройки города. Участки, отведенные под сады и огороды, передавались по наследству. Например, Аптекарский огород на Неглинке, как и требовалось в те времена, был огорожен и имел каменные ворота. Рядом находились стрелецкие дворы и велся караул. В середине 18 века возник огород за Фроловскими воротами (там, где сейчас станция метро «Чистые пруды»). Описи Аптекарского приказа свидетельствуют, что в саду за Мясницкими воротами было высажено «полторы тысячи кустов красной смородины, двадцать грядок яблоневых саженцев, шесть грядок саженцев сливовых и четыре грядки – терновых». В Немецкой слободе появляется самый большой Аптекарский огород Москвы, на котором были высажены разнообразные лекарственные растения [1].

Уединенность, тишина, отсутствие развлечений, природная сдержанная красота, утилитарность – характерные черты, которыми всегда отличались монастырские сады и аптекарские огороды [2].

В планировке аптекарских огородов средневековой Европы использовались элементы церковной символики, например, крест, религиозная архитектура и скульптура, а также классические грядки-квадраты. В русских огородах было популярно грядочное или шахматное планировочное решение: в предполагаемых «чёрных» квадратах высаживались растения, а «белые» квадраты заполнялись инертным материалом – галькой, ракушечником и т.п. Русские аптекарские огороды включали такие участки, как «Плодово-ягодный квадрат», «Корнеплодный квадрат», «Пряный квадрат», «Лекарственный квадрат», «Эфиромасличный квадрат». «Лекарственный квадрат» включал как травянистые, так и древесные растения, которые часто использовали для приготовления отваров из коры. В 18 веке в Москве при Аптекарском приказе возникла «алхимистская казенка», где перегоняли разнообразные водки и эфирные масла, получаемые из растений, выращенных в «Эфирномасличных квадратах». В европейских средневековых аптекарских огородах помимо самых обычных лекарственных растений (обладающих рвотными, слабительными, бактерицидными свойствами) немалую часть нередко занимали растения, обладающие психотропными свойствами, которые в те времена принимали за проявление сверхъестественных сил, а в лечении мистическая составляющая играла большую роль. «Дурманящий квадрат» содержал психотропные и наркотические грибы и растения с одурманивающими эффектами. С развитием науки появились более поздние сады трав по типу аптекарского огорода Средневековья, созданные при ботанических садах университетов, которые назывались медицинскими, и были спланированы в форме грядок. Наряду с традиционными элементами аптекарского огорода появились и другие, например «Иностранный квадрат». В них высаживали и содержали нехарактерные для данной местности и климата виды растений, изучение которых положило начало работам по первичной интродукции растений.

В наши дни аптекарские огороды выполняют не только задачи выращивания и сбора лекарственных растений, но и просветительские, образовательные, коллекционные и эстетические функции, сочетаясь с потребностями современного человека. На таких

объектах для создания композиций можно использовать различные элементы в виде квадратов, прямоугольников, кругов, сочетать посадки растений с инертными материалами, такими, как мраморный и гранитный отсев, кора, щепа и т.д.. Ощущение покоя и созерцательности можно поддерживать путем включения небольших водных объектов. Также можно создавать в аптекарских огородах рокарии, в том числе альпийские горки. В результате адаптации элементов аптекарского огорода появились такие ныне популярные типы садов, как: Сады пряностей (аналог «кухонного квадрата» русского огорода); Ароматные сады (аналог «Эфирномасличного квадрата» Средневекового огорода); Сады впечатлений для людей с нарушениями зрения; Лечебные аллеи; Коллекционные ботанические и медицинские сады и т.д. [1–3].

#### Список литературы

1. Ботанические сады и дендрологические парки высших учебных заведений Министерства образования и науки Российской Федерации // Hortus Botanicus (Международный журнал ботанических садов). 2006, № 3, С. 28-104
2. Бобылева О.Н., Бочкова И.Ю. К вопросу о цветочном оформлении территории монастырей // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2018. №1 С.52-57.
3. Бобылева О.Н., Бочкова И.Ю. Цветочное оформление территорий храмовых комплексов // Объекты культурного наследия – проблемы сохранения, восстановления и развития: М.: МГУЛ, 2016. С. 66–69.

**УДК 630.416.11:582.284:66.092**

### **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОДУКТА БИОТРАНСФОРМАЦИИ ЛИСТОВОГО ОПАДА БАЗИДИАЛЬНЫМИ ГРИБАМИ**

Жукова В.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

zhukova\_v.a@mail.ru

Научный руководитель: Веревкин А.Н., к.х.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

В настоящее время, одной из главных проблем является утилизация растительных отходов. Многие из существующих способов переработки неэффективны и вредны для окружающей среды. Рациональное использование растительной биомассы может быть достигнуто через управляемую биотрансформацию, когда компоненты растительной массы превращаются в полезные продукты под действием микроорганизмов, таких как бактерии, дрожжи, актиномицеты и грибы. Продукты биоконверсии могут быть использованы в пищевой, кормовой и химической промышленности.

Для этой цели можно использовать различные методы ферментации растительных отходов, включая периодические и непрерывные, глубинную и поверхностную, аэробную и анаэробную, монокультурную и поликультурную и другие [1]. Существует возможность получения белковых концентратов из зеленой массы, а также производства белковых кормовых продуктов на базе микробной биомассы и высших базидиальных грибов, которые содержат незаменимые аминокислоты [2].

Изучение химического состава субстрата до и после культивирования *Pleurotus ostreatus* (вешенка обыкновенная) проводили с использованием методик, принятых в биохимии и химии древесины.

Установлено, что лиственной опад в своем составе содержит необходимые компоненты для развития вешенки обыкновенной: полисахариды – 56 %, лигнинные вещества – 40 %, минеральные вещества – 6 %, экстрактивные вещества – 6 %, основными из которых являются водорастворимые – 2,5 %.

При культивировании происходит изменение биохимического состава субстрата, убыль содержания компонентов в большей степени связана с конверсией легкогидролизуемых полисахаридов и лигнина [3].

Установлено, что в золе лиственного опада березы присутствуют железо, медь и кальций. В процессе культивирования происходит их усвоение телом гриба *Pleurotus ostreatus* с последующим снижением их содержания: цинка, железа и кальция – примерно в 1,2 раза. Содержание свинца в золе лиственного опада березы меньше предела обнаружения микроэлемента.

Основываясь на полученных результатах химического анализа лиственного опада: количественном и качественном составе и отсутствии тяжелых металлов, можно рекомендовать к использованию продукт биоконверсии опавших листьев березы *Pleurotus ostreatus* в качестве белковой кормовой добавки.

#### Список литературы

1. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Сельскохозяйственная микробиология: учебник для академического бакалавриата. М.: Издательство Юрайт, 2019. 197 с.
2. Дедков В.Н. Разработка биотехнологии кормового белка из растительного сырья: дис. ... канд. техн. наук. Воронеж. 2014. 146 с.
3. Веревкин А.Н., Кононов Г.Н., Сердюкова Ю.В., Зайцев В.Д. Биодеградация древесины ферментными комплексами дереворазрушающих грибов // «Лесной вестник - Forestry Bulletin». 2019. Т. 23. № 5. С. 95–100.

**УДК 628.87**

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ**

Журавлева М.М., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

zhuravl.mm@mail.ru

Научный руководитель: Поленов Д.Ю., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Микроклимат – климат внутренней среды помещения, оказывающий влияние на организм, здоровье и деятельность человека. К его параметрам в основном относят значения температуры, влажности и скорость движения воздуха [1].

На сегодняшний день внедрение автоматических систем контроля и управления параметрами микроклимата является важной задачей для производства. С помощью таких систем возможно не только предотвратить неблагоприятное воздействие на организм и работоспособность человека, но и обеспечить качественное производство продукции, сократить число аварийных ситуаций и уменьшить расход ресурсов с целью экономии.

Объектом исследования является производственное помещение, в котором проводят работы по наполнению изделий защитным газом, герметизации, очистке и защите электронных компонентов. Поэтому в помещении необходимо контролировать и управлять следующими параметрами: температурой, влажностью, концентрацией газа и

уровнем запыленности. В состав автоматической системы входят датчики контроля, программируемый логический контроллер и исполнительные устройства.

Для контроля загазованности и уровня пыли необходимо установить в помещении датчики концентрации запыленности и газа. Управление параметрами осуществляется за счет работы приточно-вытяжной вентиляции. Данная система обеспечивает не только удаление отработанного воздуха из помещения, но и подачу свежего [2].

С целью обеспечения комфортной температуры рабочей зоны в системе осуществляется управление данным параметром в зависимости от погодных условий. Для этого необходимо установить датчики температуры наружного воздуха на фасаде здания и теплоносителя на трубопроводе. Управление температурой в помещении происходит с помощью регулирующего клапана, установленного на трубопроводе. Используя такой способ, расход на тепловую энергию будет более экономным, не будет перетопов и наоборот.

Повышенный или пониженный уровень влажности может привести к ухудшению здоровья работника, качества изделий, появлению коррозии. Приведение данного параметра в норму осуществляется с помощью датчиков влажности и исполнительных устройств: осушителей и увлажнителей [3].

Выполнение вышеперечисленных работ позволит сократить число аварийных ситуаций в случае утечки газа, повысить качество изготавливаемой продукции, обеспечить необходимую среду для безопасной работы сотрудников, а также обеспечить оптимальный расход тепловой энергии.

#### Список литературы

1. СанПиН 2.2.4.548-96.2.2.4 Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы: взамен Санитарных норм микроклимата производственных помещений, утвержденных Минздравом СССР от 31.03.86 № 4088-86: введен Постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 1 октября 1996 г. № 21 12 с.
2. Папченко А. Принцип работы приточно-вытяжной вентиляции // Инженерный блог Qwent 2021. URL: <https://ceds.ru/blog/pritочно-vytyazhnaya-ventilyatsiya-printsip-raboty-osobennosti-ustanovki-voprosy-tsenoobrazovaniya/?ysclid=lh5z4sewnt293509685> (Дата обращения 01.04.2023).
3. Шавиндер С. Влияние температуры и влажности на электронное оборудование / перевод: В. Гавикова г. Смоленск, 2018. URL: <https://www.electronshik.ru/news/show/12526> (Дата обращения 13.04.2023).



УДК 712

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДСКИХ ПЛОЩАДЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО, ПРИВОЛЖСКОГО, ЮЖНОГО И УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РОССИИ**

Зайцева К.С., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

kss.zaitseva@yandex.ru

Научный руководитель: Разумовский Ю.В., к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Основной целью реконструкции городских площадей является их преобразование к современным городским условиям. Для этого необходимо решить ряд задач: повысить внимание к их исторической значимости, привлечь разновозрастных посетителей, создать комфортную психофизиологическую среду, внедрить современные технологий для удовлетворения потребностей жителей, формирование уникального «духа места».

В данной статье под словом «площадь» понимается открытое, архитектурное организованное обрамленное зданиями и зелеными насаждениями пространство, входящее в систему городских пространств [1], понятие «площадь» и «открытые общественные пространства» для нас являются синонимами.

Цель исследования заключается в выявлении современных тенденций реконструкции городских площадей. Были рассмотрены 10 площадей размерами от 2 до 10 га в городах Центрального, Приволжского, Южного и Уральского федеральных округов России. Были выявлены и систематизированы характерные черты центральных городских открытых пространств. Конфигурация площадей – прямоугольная, многоугольная, круглая или трапециевидная. Такие формы площадей складывалась на протяжении многих веков, исходя из градостроительного окружения, которое выполнено в разных архитектурных стилях (классицизм, конструктивизм, сталинский ампир, функционализм). Оценка благоустройства показала, что более 90 % территории площадей с твердыми покрытиями (бульжник, брусчатка, асфальт). Отмечены архитектурные доминанты в ансамбле и малых архитектурных формах, в том числе памятники, монументы, садово-парковые скамьи, опоры освещения и т.д. Озеленение открытых пространств площадей представлено рядовыми или одиночным посадками растений и партерными цветниками. Однако площади мало предназначены для комфортного отдыха и времяпровождения горожан.

Были выделены следующие направления реконструкции площадей.

Для повышения внимания к исторической ценности площади необходимо: усилить значимость фасадов зданий, обрамляющих открытое пространство, убрать рекламные баннеры или иные предметы, прерывающие зрительный контакт, провести реконструкцию существующих старовозрастных насаждений, подобрать материалы, подходящие к стилистике архитектурного ансамбля, выработать общее колористическое решение, основываясь на исторических данных.

Для привлечения разновозрастных посетителей необходимо сформировать зоны с различным функциональным назначением: зоны для настольных игр, зону рекреационной активности, площадки для фотосессий, съемок клипов и видео, зоны с прокатом техники (велосипеды, самокаты), зоны с аттракционами и детскими игровыми комплексами. Размещение этих функциональных зон не должно нарушать основные функции площади, возможность проведения массовых мероприятий и движение автотранспорта.

Создание комфортной психофизиологической среды требует обдуманного использования древесно-кустарниковой и травянистой растительности, формирующей различные пространственные структуры. Посадка растений позволит создать благоприятный микроклимат. Дополнительно организовать пространство необходимо с помощью размещения малых архитектурных форм и нивелирования – пространственного соединения интерьерных и экстерьерных пространств города в единое целое [2]. Для внедрения современных технологий требуется оснащение объекта интерактивными панелями и сенсорными информационными стендами.

Для формирования особенного «духа места» необходимо учитывать художественно-стилистическую целостность архитектурно-градостроительного ансамбля; повышение его художественной выразительности и выявление индивидуальности и уникальности. [3]

Подводя итог, хочется сказать – в связи с активным развитием туризма в РФ, наибольший интерес и притягательность составляют исторические центры – городские площади, максимально насыщенные архитектурными памятниками. Центральные открытые общественные пространства с учетом их назначения и современных тенденций реконструкции необходимо реорганизовать.

#### Список литературы

1. Толковый словарь живого великорусского языка: в 4 т. / авт.-сост. В. И. Даль. 2-е изд. СПб.: Типография М.О. Вольфа. С. 1880-1882.
2. Разумовский Ю.В. Объемно пространственная структура городских объектов ландшафтной архитектуры г. Москвы // Научно-техническая конференция МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. Красноярск: Научно-инновационный центр. 2017. С.114 –116.
3. Михайлов С.М. Дизайн современного города: комплексная организация предметно-пространственной среды (теоретико-методологическая концепция): дис. ... д-ра искусствоведения. М.: ВНИИТЭ, 2011. 57 с.

#### УДК 004

#### **ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ТРАНСЛЯЦИИ ИНФОРМАЦИИ НА КОЛЛЕКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ**

Иванов Г.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»  
gleb79500@gmail.com

Мяснянкин А.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»  
sashamyasnyankin@gmail.com

Филиппов А.Н., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»  
filipprof3@ya.ru

Научный руководитель: Чернышов А.В., к.т.н., доцент  
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Задача данного проекта – обеспечить удобство подготовки информации для вывода на экраны коллективных средств отображения, размещённых в коридорах главного учебного корпуса Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана и их доступность для всех пользователей, с целью упрощения передачи информации в учебных и рабочих средах.

Проанализировав опыт организации трансляции информации на коллективные средства отображения, было принято решение разработать новый подход к данному процессу, включающий оптимизацию эффективности работы по настройке. В результате было реализовано серверное приложение, выполняющее вышеописанную задачу.

Само приложение включает страницы для редактирования программ, модерации (процесса утверждения и установки на трансляцию), уведомлений и модуль трансляции, с которого изображения транслируются на мониторы.

На сервере, выполняющем задачу трансляции информации в соответствии с заданной программой, существует несколько уровней прав доступа, из которых формируются роли. Это позволяет разделить ответственность за каждый конкретный отрезок проделанной работы от разработки программы трансляции до установки ее на воспроизведение.

Полный цикл реализации программы трансляции выглядит следующим образом. Первоначально редактор создает необходимое количество шаблонов, каждый из которых включает в себя требуемые для трансляции события (информация в формате изображения, web-формы или видео), после чего группирует ряд шаблонов в одну заготовку программы, которую возможно отправить на модерацию. Модератор, получив данную программу, может ее проверить, после чего отклонить или одобрить. В случае одобрения программа, назначенная на определенную дату, попадает в очередь на трансляцию, где её, при необходимости, так же можно скорректировать.

Помимо основной задачи нами был реализован функционал публикации в системе уведомлений, предназначенных как для оповещения работников системы, так и для размещения на трансляции. Таким образом, была сформирована дополнительная роль – «Менеджер», права которой включают соответствующие возможности.

Результаты проекта могут быть применены для повышения эффективности использования коллективных средств отображения информации в различных областях деятельности.

#### Список литературы

1. Браун И. Веб-разработка с применением Node и Express. Полноценное использование стека JavaScript. 2-е изд. СПб: Питер, 2020. 336 с.
2. Документация Vue 3. URL: <https://vuejs.org/guide>. (Дата обращения 11.04.2023)

**УДК 004.357**

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРОШИВКИ ШУМОМЕРА**

Иванов Н.Ю., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Шамраев М.В., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

mr.nik1999@mail.ru

Научный руководитель: Чернышов А.В., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Главным фактором высокой работоспособности студента является состояние его здоровья. На кафедре «Прикладная математика, информатика и вычислительная техника» создается множество разнообразных вычислительных приборов, которые, в том числе, направлены на поддержание требуемых к аудиториям санитарных норм. Одним из таких приборов является шумомер. Однако, в ходе разработки прототипа прибора (создан

студенткой бакалавриата Шокиной А. в 2022 г.) были выявлены недостатки, связанные с конструкцией и программным обеспечением. Учитывая актуальность проблемы анализа уровня шума, было принято решение о совершенствовании конструкции и прошивки шумомера.

Испытания прототипа шумомера выявили две основные группы конструкционных проблем – габаритную и техническую. К габаритной группе относились размеры прибора и расположение элементов внутри него. Изначально предполагалось, что шумомер будет стационарным прибором, поэтому задача оптимизации внутреннего пространства не была первостепенной. Это привело к периодической деформации проводных соединений и отключению датчика звука. К технической группе относились подлежащие замене элементы прибора. Прототип шумомера был основан на микроконтроллерном модуле (далее ММ) Ai-Thinker ESP32 с использованием LCD-экрана и датчика шума MAX9814. Эта модель ММ перестала быть общедоступной, что послужило причиной поиска альтернативы со схожим функционалом.

В результате усовершенствований конструкции были уменьшены размеры корпуса шумомера за счет оптимизации внутреннего пространства, проведена замена оригинального ММ на аналог (DOIT ESP32 Devkit V1) со схожим функционалом и преобразование схемы прибора для упрочнения проводных соединений.

Принцип действия шумомера основан на алгоритме быстрого преобразования Фурье (БПФ), в результате которого на LCD-экран выводятся 20 столбцов, отвечающих за определенный частотный диапазон в соответствии с СанПиН. Датчик звука MAX9814 улавливает большой спектр частот, но требует калибровки труднодоступным эталонным прибором. Из-за отсутствия эталона изначальная программа прототипа шумомера выдавала значения близкие к истинным, но справедливые исключительно для низких частот. Для решения этой проблемы программным путем была совершена калибровка, которая, конечно же, уступает эталонной, но привела к результату, где шумомер показывает практически истинные значения, но уже по отношению ко всем диапазонам частот [1-3].

#### Список литературы

1. Ковригин К.Н., Михеев А.П. Влияние уровня шума на производительность труда. М.: Гигиена и санитария, 1995. 178 с.
2. Зельдович Я.Б. Элементы прикладной математики. М.: Лань, 2002. 592 с.
3. DOIT ESP32 DevKitV1 Pinout Diagram and Datasheets. URL: <https://circuitstate.com/esp32dkpinref> (Accessed 11.04.2023)

УДК 630\*165.51

## **ФЕНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЛИСТВЕННИЦ КОЛЛЕКЦИИ ГБС РАН**

Илларионов Д.В., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Лебедева Е.М., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Максимова А.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный руководитель: Лавренов М.А., к.с.-х.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

lavrenov@mgul.ac.ru

Тема работы актуальна, так как фенологическое развитие растений отражает их экологическую реакцию на сезонные изменения факторов внешней среды [1]. Комплекс многолетних фенологических показателей древесных растений является обязательным компонентом их таксономической диагностики.

При проведении озеленительных работ часто не обращают внимания на видовые различия лиственниц, которые имеют разные лесоводственные и биологические свойства, что в дальнейшем может сказаться на степени декоративности созданных посадок [2].

Полученные по результатам исследований данные позволят провести предварительную оценку успешности адаптации различных видов лиственниц к условиям центра Европейской части России (на примере ГБС РАН).

Цель работы – исследование фенологического развития различных видов лиственниц коллекции ГБС РАН в условиях интродукции в центр Европейской части России.

Главный ботанический сад РАН находится на севере Москвы. Дендрологическая коллекция занимает 75 га центральной части сада, представляющей собой восточный склон моренного плато, сложенного красно-бурыми валунными суглинками. Рельеф выровненный, с небольшим наклоном к руслу р. Лихоборки. Почвы дендрария дерново-среднеподзолистые, суглинистые [3].

Объектами исследования являлись лиственницы американская, европейская, сибирская, Сукачева, Кемпфера, Любарского, охотская, Потанина, ольгинская.

Начало вегетации у лиственниц в ГБС РАН приходилось на 9 – 21 апреля. Набухание почек ранее остальных начиналось у лиственницы Любарского, однако развертывание хвои у нее происходило позднее, чем, например, у лиственниц ольгинской и Потанина.

Сумма положительных температур при полном охвоении различных видов лиственниц варьирует от + 176,6 °С (у лиственницы ольгинской) до + 231,3 °С (у лиственницы американской).

Результаты исследования не выявили существенной разницы в фенологическом развитии различных видов лиственниц.

Представленные результаты указывают на приспособленность различных видов рода *Larix* Mill. к условиям центра Европейской части России и возможность их дальнейшего использования для городского озеленения.

## Список литературы

1. Аксенов П.А., Махрова Т.Г. Анализ состояния аборигенных деревьев и кустарников в насаждениях г. Москвы // Организмы, популяции и сообщества в трансформирующейся среде: сборник материалов XVII Международной научной экологической конференции. Белгород: ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ». 2022. С. 6–10.
2. Гуков Г.В., Розломий Н.Г. Биологические и лесоводственные свойства лиственницы на Дальнем Востоке (Приморский край) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, № 15. Барнаул.: Алтайский государственный университет. 2016. С. 473-476.
3. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН : 60 лет интродукции / отв. ред. А.С. Демидов; Гл. ботан. сад им. Н.В. Цицина. М.: Наука, 2005. 586 с.

**УДК 712****КОЛОРИСТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ТЕРРИТОРИЙ  
СОВРЕМЕННЫХ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Ильина Е.Б., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

katerinailina23102003@gmail.com

Щукина М.В., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

m.shchu@yandex.ru

Научный руководитель: Васильева О.И., ст.преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Колористика, опираясь на физические основы теории цвета, определяющаяся как наука о цвете, формирует видимую окружающую среду. Соответственно, в реализации принципов доступности, уникальности и простоты ориентации любого пространства, наиболее мобильным средством может стать цвет. Даже в границах одного дворового пространства цветовая организация способна менять впечатление посетителя в процессе его перемещения. Объясняется это явление тем, что свет и цвет оказывают мощное воздействие на психофизиологию организма человека. Исходя из этого, были сформированы колористические приёмы, следуя которым можно достичь гармоничного восприятия пространства. За основу была взята цветовая гармония круга И. Иттена, по которому можно выделить две группы колористических комбинаций: 1) различные виды цветовых контрастов по светлоте, по цветовому тону, по температурным, пространственным, весовым и психофизиологическим ассоциациям [1]; 2) нюансная цветовая гармония, основывающаяся на наличии примесей одного и того же главного цвета, то есть родственные цвета, нейтральные (природные) и монохроматические цветовые комбинации. Важно отметить такое свойство цвета как подчеркивание величины, то есть тёмные и холодные цвета уменьшают величину формы, а светлые и тёплые цвета её увеличивают [2].

В рамках визуального изучения было выбрано 6 внутренних территорий жилых комплексов (ЖК) в разных городах, с целью рассмотрения колористических решений, это:

1) в ЖК «ART City» Казани выявлено использование родственно-контрастной цветовой гармонии. Обобщающим цветом для всех элементов пространства является жёлтый, благодаря которому пространство объединяется, несмотря на всю многоцветность. Также для нивелирования раздробленности используется правило пространственной ассоциации: фасад балконов облицован плиткой чёрного цвета, который подчеркивает выступающий элемент, делая цветные вставки фоновыми. На территории комплекса расположено множество арт-объектов, выполненных в сочетании триады цветов, что делает их самыми заметными и яркими элементами пространства, ориентируя посетителя; 2) считается, что красные оттенки большой площади притупляют внимание и «оглушают» чувства [2]. ЖК «Зиларт» Москвы избежал этого восприятия, так как фасады архитектурно и геометрически разделены. Контраст красному вносит зелёный цвет крон деревьев, усиливая эффект основного цвета пространства. Этот цвет повторяется в покрытии дорожек и других элементах, грамотно связывая всё воедино; 3) гармоничное ахроматическое сочетание цвета в виде полос подчеркивает особенности архитектуры ЖК «Символ» Москвы и направляет движение. Здания комплекса и дорожно-тропиночная сеть объединены общей геометрической и цветовой концепцией, а добавление нейтральных цветов разбавляет регулярность; 4) в ЖК «Селигер-сити» Москвы монотонность архитектурных форм разбавляется с помощью нюансного различия нейтральных цветов фасадов. Дорожки, родственные им по цвету, ведут к детским и спортивным площадкам, покрытия которых выполнены в контрастной комбинации. Таким образом, происходит ориентирование в пространстве; 5) устойчивость восприятия архитектуры ЖК «Династия» Москвы достигается за счет весового различия нейтральных цветов: у основания здания самый тёмный и тяжёлый цвет, а чем выше, тем цвет становится светлее и легче. Покрытия дорожек выполнены в родственном смешанном цвете, чтобы излишне не отвлекать от фасадов, но и определять направление движения; 6) внутренняя территория ЖК «Scandis Ozero» Красноярск выполнена уравновешенно в нейтральных цветах. Значительную площадь фасадных стен занимают сплошь стеклопакеты как холодные цветовые отражения поверхностей. На территории есть водоём, который гармонично дополняет холодное цветовое разнообразие. Визуализация неподвижной водной глади и отражение в ней МАФ и растительных форм, цвета неба благоприятно и позитивно воздействуют на психику человека [3].

На основе изучения данной темы можно сделать вывод, что в колористических решениях внутренних территорий современных жилых комплексов прослеживается тенденция к использованию нюансных сочетаний, а контрастная гармония используется для акцентирования функциональных зон. Таким образом, грамотное применение цветовой организации определяет ощущение пространства, его соразмерность и комфортность, положительно влияет на психоэмоциональное состояние человека, способствует созданию ориентиров в городской среде.

#### Список литературы

1. Буймистру Т.А. Колористика: Цвет - ключ к красоте и гармонии. М.: Издательство «Ниола-Пресс», 2010. 236 с.: ил.
2. Алексахин Н.Н., Комаров Н.А., Васильева О.И. Основы цветоведения в ландшафтном проектировании: учеб. пособие. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2010. 76 с.
3. Васильева О.И. Цвет в объектах садово-паркового искусства как средство создания выразительного общественного пространства. // Лесной вестник - Forestry Bulletin. 2023. Т. 27. № 2. С. 146- 151

**УДК 697.9**

**СОБЛЮДЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЦЕХОВ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РЕГИОНЕ РФ**

Илясов А.Д., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный руководитель: Пеньков И.В., ст.преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Малые предприятия лесопромышленного комплекса чаще всего не имеют возможности организовывать круглосуточную работу персонала на своей территории. Вследствие чего в период низких температур (в центральном регионе России он составляет в среднем 200 суток, т.е. более половины календарного года [1]) температура в цехах может сильно падать во время простоя. Данный фактор влияет на состояние рабочего оборудования, заготовленного материала, а также уменьшает полезное время работы предприятия, так как часть рабочего дня тратится на прогрев рабочих помещений. Кроме того, может изменяться влажность воздуха, что также пагубно влияет на материалы и изделия находящиеся на территории предприятия.

ГОСТ 30494-2011 устанавливает параметры микроклимата жилых и общественных помещений, необходимые для комфортного и безопасного пребывания сотрудников в помещениях [2]. К ним относятся температура, относительная влажность и подвижность воздуха, результирующая температура помещения и локальная асимметрия результирующей температуры. Требуемые параметры микроклимата следует устанавливать в зависимости от назначения помещения и периода года с учетом требований следующих нормативных документов: СП 60.13330.2020 «СНиП 41-01-2003 отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» и СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Таким образом, появляется потребность в организации комплекса мероприятий для поддержания внутреннего микроклимата на территории предприятия во время его работы и простоя.

Существуют различные системы приточных и аспирационных систем, позволяющих контролировать потоки воздушных масс и теплоэнергетический обмен на территории предприятия [3].

Также, учитывая профиль предприятия необходимо организовать систему фильтрации воздуха, чтобы уменьшить скопление пыли в рабочей зоне цеха, и, кроме этого, поддерживать влажность воздуха в необходимом диапазоне.

Для выполнения вышеуказанных условий предлагается использовать автоматизированную систему контроля микроклимата в помещениях предприятия, а также провести комплекс мероприятий по увеличению энергоэффективности здания, путем экранирования и утепления «холодных» стен.

Система контроля микроклимата должна включать в себя: приборы измерения параметров климата (термогигрометры); осушители и увлажнители воздуха; приточную систему с рекуперацией тепла; систему обогрева помещений; систему кондиционирования воздуха; контроллер; систему управляемых заслонок.

Так же данная система должна иметь доступный интерфейс, для удобства пользования персоналом без серьезной технической подготовки.



Использование данной системы позволит контролировать микроклимат на территории малых производств без личного присутствия человека на предприятии. Энергоэффективность влагопроницаемых рекуперационных систем с энтальпией позволит снизить вредный теплообмен внутреннего и наружного воздуха, что повысит КПД системы и уменьшит затраты на поддержание требуемых параметров климата. Также произойдет увеличение полезной работы предприятия, так как затраты времени на прогрев помещений будут сведены к минимуму либо полностью исключены.

Данные факторы повысят стабильность работы предприятий, положительно повлияют на здоровье сотрудников и улучшат качество производимой продукции.

#### Список литературы

1. Отопительный период и его показатели // ООО Теплостандарт. URL: <http://proekt-tmn.ru/uslugi/otopitelnyj-period-i-ego-pokazateli/> (Дата обращения 10.04.2023).
2. ГОСТ 30494-2011 Межгосударственный стандарт. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. МКС 13.040.20. Дата введения 2013-01-01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095053/> (Дата обращения 12.04.2023).
3. Система вентиляции с увлажнением и осушением // Qwent Инженерная компания URL: <https://ceds.ru/blog/sistema-ventilyatsii-s-uvlazhneniem-i-osusheniem/#3> (Дата обращения 09.04.2023).

#### УДК 674.049

### **ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЁЗЫ**

Катюшкин М.С., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

[mihailsergev@mail.ru](mailto:mihailsergev@mail.ru)

Научный руководитель: Скуратов Н.В., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

С ростом научного прогресса, все большее внимание уделяется качеству используемым в строительстве материалов. В последние десятилетия на отечественном рынке появляются различные виды композитов, пластиков и других материалов, выделяющихся своими физико-механическими свойствами. Одним из таких видов сырья является термически модифицированная древесина (ТМД). Такой материал получают в специальных камерах благодаря высокотемпературному воздействию на древесину. Главной его особенностью, является устойчивость к негативным воздействиям окружающей среды, а также стабильность формы и размеров изделий из такой древесины. К преимуществам ТМД следует отнести экологичность, поскольку при ее производстве не используются вредные вещества. В последнее время термическому модифицированию подвергают не только древесину хвойных пород, но и более ценные лиственные породы, в частности, берёзу [1- 3].

Высокая стойкость ТМД к атмосферным воздействиям, позволяет применять её в строительстве. Например, сайдинг из ТМД выгодно выделяется своим эстетичным внешним видом на фоне распространённых сейчас металлических и пластиковых материалов. Также термодревесину можно успешно применять для изготовления

элементов интерьера. Особенно это будет актуально в помещениях с высокой влажностью, таких как кухня или ванная комната.

Для успешного практического применения ТМД, необходимо знать её свойства, в частности, особенности взаимодействия такой древесины с влагой. Одной из характеристик этого взаимодействия является показатель водопоглощения.

Представлены результаты исследования водопоглощения ТМД березы, термически модифицированной по классу «Thermo D» (максимальная температура обработки около 200 °С). Водопоглощение характеризует способность древесины увеличивать свою влажность при контакте с водой. Эксперименты с целью определения водопоглощения ТМД березы проводились согласно рекомендациям ГОСТ 16483.20 – 72 «Древесина. Метод определения водопоглощения». При подготовке эксперимента было изготовлено по 8 образцов из натуральной и ТМД березы в форме прямоугольной призмы с основанием 20×20 мм и высотой вдоль волокон 10 мм. Перед началом эксперимента образцы были высушены до абсолютно сухого состояния и взвешены с погрешностью не более 0,001 г. Затем образцы помещались в эксикатор под вставку и заливались дистиллированной водой так, чтобы одна из их плоскостей поперечного разреза оставалась сухой. Далее образцы накрыли крышкой и выдерживали при температуре (20 ± 2) °С. Образцы периодически вынимали из эксикатора, осушали и взвешивали с погрешностью не более 0,001 г. Первое взвешивание производилось после 2 часов эксперимента, последующие – через 1, 2, 3, 6, 9, 13, 20, 30 и 40 суток после начала эксперимента.

На сороковой день эксперимента все образцы практически достигли состояния насыщения водой. Построенные по результатам эксперимента кривые изменения во времени влажности образцов из натуральной и ТМД березы имеют схожий характер, но при этом влажность последних при каждом измерении оказывалась существенно ниже. К концу эксперимента образцы из натуральной древесины имели, в среднем, влажность 144 %, а образцы из ТМД только 126 %. Очевидно, что столь большая разница во влажности связана с существенными изменениями в микроструктуре древесины березы вследствие высокотемпературного воздействия на нее.

#### Список литературы

1. Хасаншин Р.Р. Исследование биостойкости термически модифицированной древесины // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. №. 10. С. 66-68.
2. Орлов А.А., Логинова Г.А., Романова Н.А. Исследование свойств термомодифицированной древесины и параметров сформированных лакокрасочных покрытий на ее поверхности // Системы. Методы. Технологии. 2016. №. 2. С. 138-144.
3. Федосенко И.Г. Физические и механические свойства древесины, термически модифицированной в органических маслах // Труды БГТУ № 2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2012. №. 2. С. 151-153.

**УДК 630\*2****ПЛАНТАЦИОННЫЕ КУЛЬТУРЫ БЫСТРОРАСТУЩИХ ПОРОД**

Киселевич В.М., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

kslvalya@yandex.ru

Крутских Е.С., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

krutskihkat@yandex.ru

Научный руководитель: Кормилицына О.В., к.с.-х.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Создание плантационных лесных культур для ускоренного выращивания определенных целевых пород и улучшения сырьевой базы различных перерабатывающих предприятий является весьма актуальной задачей, особенно в условиях развития отечественного производства и импортозамещения.

Согласно ГОСТ 17559-82, под плантационными лесными культурами понимаются лесные культуры, созданные с целью получения определенной лесной продукции. Исходя из прогнозных оценок, к 2030 году на долю плантационной древесины будет приходиться более половины заготавливаемого объема деловой древесины в мире [1].

Одним из показательных примеров отрасли, использующей плантационную древесину, является целлюлозно-бумажная промышленность. Так, например, для нужд Сокольского целлюлозно-бумажный комбината в период с 1985 по 1994 гг. на территории Кадниковского лесхоза Вологодской области были созданы плантационные культуры ели и сосны на площади более 1500 га. [2].

Целевая направленность создания плантационных культур для выращивания ценных продуктов леса весьма разнообразна: промышленные плантации кустарниковых ив для заготовки прута; плантации новогодних елей; лесные энергетические плантации из быстрорастущих лиственных пород (береза повислая, ольха черная); плантации: орешника (лещина обыкновенная, фундук); облепихи; каучуконосных и гуттаперченосных растений; древесных и кустарниковых пород, дающих сырье для дубильной промышленности (дуб черешчатый, акация серебристая); лесных ягодников и другие.

В последние годы, одним из центральных элементов стратегии России в области экологии является создание лесных углерододепонирующих плантаций (карбоновых ферм). По мнению А.Р. Родина [3], создание таких плантаций должно быть основано на комбинированном использовании всех ярусов искусственных насаждений, в том числе кустарников, полукустарников, травянистых растений, что позволяет максимально эффективно использовать их углерододепонирующие возможности на разных стадиях развития лесного биогеоценоза.

Одной из задач исследований являлась оценка возможностей использования плантаций из быстрорастущих видов растений с целью получения натурального сырья для парфюмерной промышленности. Анализ 100 парфюмерных композиций позволил оценить видовой состав растений, на основе которых были получены растительные экстракты. Особый интерес представляли быстрорастущие виды и (или) широко распространенные в определенных типах условий местопроизрастания зоны смешанных лесов, а также выращиваемые для озеленения. К таким видам, относятся: береза повислая, кислица обыкновенная, клюква болотная, сирень обыкновенная, жимолость каприфоль,

можжевельник виргинский, шиповник буро-красный. Доля в высоких, средних и базовых нотах парфюмерных композиций, полученных на основе этих растений, составляла 4–17, 3–27, 4–19 % соответственно.

Таким образом, на основании полученных данных, можно сделать вывод о перспективности выращивания представленных видов растений на плантациях недревесного ресурсного назначения (по В.И. Желдак, 2017). Однако следует учитывать особенности совместного выращивания данных видов, чтобы не создавать условия для распространения вредителей и болезней, и сохранять баланс интересов различных лесопользователей.

#### Список литературы

1. Торжков И.О. Предпосылки развития лесного предпринимательства на базе промышленных лесосырьевых плантаций // Социально-экономические явления и процессы. 2015. Т. 10, № 10, С.163-168.
2. Грачев В.В. Лесосырьевые плантации в лесной промышленности России - опыт и перспективы. URL: <http://www.woodbusiness.ru/newsdetail.php?uid=11479> (Дата обращения 11.04.2023)
3. Родин А.Р. Искусственное лесовыращивание: избранные труды. 2-е изд. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2014. 256 с.

#### УДК608

#### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВИДЕОКАМЕРОЙ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С ПОМОЩЬЮ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА

Козлов К.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

kozlovkirill02@mail.ru

Научный руководитель: Д.Ю. Поленов, к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) являются неотъемлемым инструментом получения информации, как в военной, так и в гражданской сфере.

Основными задачами БПЛА являются: наблюдение за аварийными участками газопроводов, выявление техногенных катастроф, разведка стратегических объектов, оповещение и поиск людей, оперативное создание цифровой модели местности, мониторинг и контроль объектов животного мира, идентификация и учет особей [1]

Чтобы обеспечить выполнение вышеперечисленных задач, беспилотному летательному аппарату необходима система управления наблюдательной аппаратурой.

Система наблюдения на БПЛА состоит из регистрирующей аппаратуры (видеокамеры, фотокамеры, тепловизора, мультиспектральной камер, сканера), передатчика информации и приемника у оператора летательного устройства.

В данной работе представлен прототип системы управления видеокамерой БПЛА в первом приближении.

Состав системы: модуль ESP32-CAM; шаговый двигатель 28BYJ-48 с драйвером ULN2003; аккумуляторная батарея 5В; мобильный телефон с приложением Telegram Messenger.

Принцип работы системы. С телефона оператора в интерфейсе Telegram-бота подаётся команда, которую принимает плата ESP32. Затем, в зависимости от типа

команды, сигнал отправляется либо на драйвер двигателя, который заставляет вращаться ротор двигателя и изменять угол обзора камеры, либо на камеру, которая делает снимок. В дальнейшем, снимок отправляется платой ESP32 на устройство оператора. Система питается от аккумуляторной батареи 5V.

Преимущество данной системы – каждый отдельный оператор может взять на себя управление тем или иным модулем. Аналог разделенного управления только на двух человек для БПЛА (системы наблюдения + системы ориентации в пространстве) представлен в системах управления аппаратов «Альбатрос M8 Griffion», «Альбатрос Skulle», «Альбатрос Notuzi» [2].

Результатом работы является создание принципиально новой системы управления видеокamerой для беспилотных летательных аппаратов. Данная система не сможет позволить управление БПЛА на дальние расстояния без должных усилителей связи, но может обеспечить оперативное получение и обмен информацией между несколькими операторами.

#### Список литературы

1. Беспилотные системы типа «Supercam» URL: <https://supercam.aero> (Дата обращения 05.03.2023)
2. Беспилотные летательные аппараты типа «Альбатрос» URL: <https://alb.aero> (Дата обращения 05.03.2023)

#### УДК 630

### РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЮЖНОГО СКЛОНА ПРИБАЙКАЛЬСКОГО ХОЛМА ЗУУН-ХАГУН

Коломыйцев Р.И., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Савенко Е.Р., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

[alisa.savenko2016@yandex.ru](mailto:alisa.savenko2016@yandex.ru)

Научный руководитель: Коротков С.А., к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Исследование проводилось с целью ботанико-географического изучения хребта Зуун-Харун, оценки его флористического богатства, ценотического разнообразия, а также выявления корреляции между высотой холма и типом произрастающей растительности.

Материалы были собраны на южном склоне прибайкальского холма Зуун-Хагун, высотой 30 метров. Геоботанические наблюдения проведены в июне 2022 г.

Поставленные задачи: 1) определить ботанические характеристики и учесть видовое разнообразие растительности; 2) выявить корреляцию между представленностью семейств и высотой хребта.

Были составлены геоботанические площадки, площадью 1×1 м. Собирались данные с 10 пробных площадей, располагающихся горизонтально. Каждый новый уровень брался с отступом в 5 метров по склону холма. В ходе работы были использованы шкала обилия оценок Друде, шкала оценки жизненности по генеративным и вегетативным признакам по В.В. Алехину, оценка фенологических фаз, с использованием шкалы В.В. Алехина и

определен ярус расположения растений [1]. Всего было проанализировано 60 пробных площадей.

В результате исследований были обнаружены 47 видов растений, принадлежащих к 20 семействам (Asteraceae, Poaceae, Crassulaceae, Brassicaceae, Cyperaceae, Caryophyllaceae, Nyctaginaceae, Polygonaceae, Rosaceae, Linaceae, Plantaginaceae и тд).

Наибольшим показателем встречаемости из определенных видов обладает представитель семейства Poaceae – *Tridens flavus*.

Было обнаружено 6 краснокнижных растений: *Astragalus onobrychis*, *Cakile maritima*, *Orostachys fimbriata*, *Melampyrum arvense*, *Lilium pensylvanicum*, *Anémone patens* [2].

Выявлена корреляция между обилием семейств, жизненностью семейств и высотой хребта. Она проявляется в доминировании наиболее устойчивых к экстремальным климатическим условиям семейств на вершине холма (Brassicaceae, Poaceae, Cyperaceae, Plantaginaceae), произрастании более теневыносливых и менее экологически устойчивых семейств посередине склона (Polygonaceae, Rosaceae, Plantaginaceae, Asteraceae) и рассеянности видов ближе к подошве, что можно определить на основе построенных графиков зависимости факторов обилия от высоты холма. Также можно отметить, что наблюдается прямое отношение показателя жизненности, и обратное отношение показателя обилия к высоте.

Зависимостей фенофазы и ярусности от высоты не обнаружено. Различие в фенофазах вызвано вегетацией растений в наблюдаемый период.

#### Список литературы

1. Загреева А.Б., Ботаника. Учебная практика: учеб.-методич. Пособие. Москва: Изд-во Московского гос. ун-та леса, 2011. 78 с.
2. Красная книга Иркутской области. / Правительство Иркутской области. Министерство природных ресурсов и экологии Иркутской области. Отв. ред. В.В. Попов. Иркутск: ООО Издательство «Время странствий», 2010. 480 с.

#### УДК 712

#### ЛАНДШАФТНЫЙ АНАЛИЗ НАЛЬЧИКСКОГО СКВЕРА, РАСПОЛОЖЕННОГО НА ТЕРРИТОРИИ ВДНХ В Г. МОСКВЕ

Колтыпина А.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

anastasiya.koltykina@mail.ru

Научный руководитель: Сапелин А.А., ст.преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

s.a@inbox.ru

Цель работы – проведение ландшафтного анализа объекта, включающего оценку территории по функциональным и эстетическим признакам; изучение его истории; анализ существующего положения, насаждений, пешеходно-транспортного движения, анализ влияния зон действия подземных коммуникаций и инсоляционного режима, для дальнейшей разработки проекта реконструкции. Объект исследования – Нальчикский сквер, расположенный в северо-западной части ВДНХ и на ее главной композиционной

оси, которая начинается от Главного входа (Центральный партер) и заканчивается рестораном «Золотой колос». Площадь сквера около 0,4 Га.

Планировка территории ВДНХ представляет собой классическую осевую структуру, которая в определенной степени является «вистой» – длинным видом с боковым ограничением объемами. Именно этот вид – изначальный замысел архитекторов выставки. Располагаясь на главной оси, Нальчикский сквер продолжал ее, открывая вид на пруд и находящийся за ним ресторан «Золотой Колос». В настоящее время, в ходе анализа существующей объемно-пространственной структуры, выявлено, что осевая видимость не просматривается из-за разросшихся насаждений, что уменьшает ценность данной территории, как парковой зоны.

Нальчикский сквер окружают пять архитектурных доминант: ресторан «Золотой колос», фонтан «Золотой колос», павильон «Космос», «Мясная промышленность» и «Кафе Лето». Ресторан «Золотой колос», располагается в запрудной части ВДНХ, оборудован колоннадой с террасами, с которых открывается панорамный вид на сквер. Фонтан «Золотой колос», находясь в центре 3-го Каменского пруда и на главной оси выставки, выступает в качестве основной точки тяготения для посетителей объекта исследования. Павильон «Космос» – крупнейший на ВДНХ, размещенный на главной планировочной оси. В 1939 г. он представлял собой открытую параболическую арку, которую можно было пройти насквозь. В 1954 г. здание приняло вид, в котором сохранилось до наших дней. Задний фасад дополняет стеклянный купол, бетонная площадка перед ним выступает в качестве видовой точки с видом на Нальчикский сквер. Павильон «Мясная промышленность» венчает пьедестал со скульптурной группой «Боец с быком», с 1950-е по 1970-е гг. вход в здание дополнительно обрамляли скульптуры быков, которые выполняли функции доминант. Люди подходили к ним, чтобы рассмотреть или сфотографироваться, что являлось одной из точек тяготения для привлечения посетителей в сквер. Недавно скульптуры восстановили по фотографиям и в скором времени вернут на прежнее место. В 1939 г. было построено кафе «Чайная», на его месте в 1954 г. возвели павильон «Кафе Лето». Здание интересно тем, что оно оснащено открытой верандой и боковыми галереями 2 этажа, с которых открывается вид на объект, позволяющий детально рассмотреть планировочную структуру с высоты [1]. Построенные друг напротив друга павильон «Кафе Лето» и «Мясная промышленность» создают поперечную ось. Из-за чего, в сочетании с основной осью, образовалась крестообразная планировка, на базе которой был заложен сквер.

Проведенный анализ исторических фотоматериалов показал, что Нальчикский участок претерпевал большие изменения в ходе развития ВДНХ. С 1954 г. по 1960 г. территория сквера была розарием регулярной планировки с серией кругов по центральной оси. В нем были высажены розы сорта «Кабардинка» и голубые ели селекции И.П. Ковтуненко, выведенные и привезенные из г. Нальчика, а также туи, живые изгороди, древесные растения на штамбе и пальмы в центре кругов – характерный прием сталинского ампира. В розарии можно было присесть и отдохнуть. В 1970-е г. планировка кардинально изменилась, появились четкие дорожки из плитки, от посадок роз отказались, фонари и скамьи сменились на более современные, добавились урны в форме ваз и точечная подсветка растений. В 1975 г. сквер не изменился, добавились посадки роз в форме полукругов [2]. В 2010-х гг. розы заменили яркими цветниками из летников. В 2014 г. данная территория пребывала в плохом состоянии, покрытия дорожек и элементы благоустройства были разрушены, насаждения были переросшими. В 2019 г. сквер реконструировали. Добавились цветники произвольной формы в сиреневых и золотых тонах, белые скамьи в карманах дорожек и информационные стенды. Большая часть насаждений 1950-х гг. сохранилась.[3]

После изучения истории объекта, был проведен ландшафтный анализ, а именно проанализировано современное состояние Нальчикского сквера и прилегающих к нему территорий общей площадью 2 га. Анализ пешеходно-транспортного движения показал, что объект исследования используется в качестве транзита. Кроме того, это доказывает проведенный учет посетителей – за час в сквер посетило 9 человек, что крайне мало. В результате подеревной инвентаризации существующих насаждений на объекте насчитывается более 2 тыс. древесных и кустарниковых растений. Цветники занимают более 1000 м<sup>2</sup> и состоят из шалфея, лаванды, эхинацеи и шучки. Выявлено, что липы мелколистные, сохранившиеся с 50-х гг. находятся в хорошем санитарном состоянии, а ели колючие тех же 50-х гг. подлежат вырубке. Из анализа влияния зон действия подземных коммуникаций и инсоляционного режима следует, что на объекте предпочтительно высаживать теневыносливые кустарники, цветники, газонные покрытия.

Результаты исследований будут использоваться для проведения проектных работ по реконструкции Нальчикского сквера. Предполагается восстановить осевую перспективу и вернуть визуальную связь сквера с окружением, отдав дань уважения историческому прошлому. В качестве основы для цветового или планировочного решения объекта планируется использование орнаментов балкарских войлочных ковров – кийизов.

#### Список литературы

1. ВДНХ . Официальный сайт ВДНХ. URL: <https://vdnh.ru/places/> (Дата обращения 10.04.2023 г.)
2. Архив старых фотографий. PastVu – проект по сбору свидетельств прошлого. URL: <https://pastvu.com/> (Дата обращения 08.04.2023 г.)
3. Сапелин А.Ю. Редкие виды древесных растений, встречающиеся в озеленении г. Москвы. // Лесной вестник - Forestry Bulletin. 2021. Т. 25. № 2. С. 73-80.

#### УДК 674.8

### **ПРОВЕРКА МАСШТАБНОГО ФАКТОРА ПРИ ИЗУЧЕНИИ РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ОДНООСНОМ ПРЕССОВАНИИ**

Комина А.В., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

[kominaalisa005@gmail.com](mailto:kominaalisa005@gmail.com)

Научные руководители: Горбачева Г.А., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

Михеев М.В., к.т.н.

ФГУН Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова РАН

На сегодняшний день только 2/3 заготавливаемой древесины используется в виде сырья для дальнейшего производства, при этом оставшаяся треть отходной, неликвидной древесины утилизируется [1]. Одним из путей решения проблемы использования отходов от переработки древесного сырья в лесопромышленном производстве является их размол и прессование в виде топливных брикетов.

Ранее были проведены работы по экспериментальному получению компрессионных кривых «давление прессования – деформация» в режиме постоянной



скорости, на установке INSTRON 3369. Основываясь на данных результатах ставилась задача провести прессование исследуемых составов на INSTRON в режиме постоянной скорости, с использованием пресс-форм разного диаметра, таким образом изучив влияние масштабного фактора на реологическое поведение исследуемых составов [2].

В настоящей работе продолжается изучение реологических аспектов нахождения условий прессования отходов древесины для получения брикетов. Такой подход основан на исследовании процесса деформирования уплотняемых материалов и приобретает первостепенное значение при анализе технологических проблем переработки этих материалов.

Целью работы является проверка масштабного фактора при изучении реологического поведения измельченной древесины при одноосном прессовании.

Сами исследования проводились с использованием 3 металлических пресс-форм  $d=12; 25; 30$  мм на испытательной машине Instron 3369, снабженной цифровым выводом данных. Суть методики следующая: исследуемая смесь засыпается в собранную пресс-форму до краев. Затем высыпается и завешивается на электронных весах, после чего снова засыпается в пресс-форму. Сверху устанавливается металлический шток. Вся пресс-форма в сборе помещается под плунжер Instron, на который подается давление при постоянной скорости движения плунжера. После достижения определенной плотности, давление снимается, пресс-форма разбирается и достается прессовка [3].

Из полученных результатов можно сделать следующие выводы, что на пресс-форме наименьшего диаметра (12 мм) достигается наиболее высокая плотность по сравнению с пресс-формами большего диаметра при одинаковой нагрузке для всех изучаемых фракционных составов, нежели чем для диаметров 25 и 30 мм. Таким образом, было изучено влияние масштабного фактора на реологическое поведение исследуемых составов.

Исследования выполнены в лаборатории Центра коллективного пользования научным оборудованием «Центр физико-механических испытаний древесины» (ЦКП ЦФМИД) Мытищинского филиала ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет)».

#### Список литературы

1. Лазаренко В.И. Современные направления переработки лесных ресурсов // Молодая мысль. 2020. С. 124.
2. Комина А.В. Исследование реологического поведения измельченной древесины при одноосном прессовании // Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвященная 175-летию Н.Е. Жуковского: сборник тезисов докладов. 2022. С. 612-613.
3. Михеев М.В. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез материалов на основе дисилицида молибдена в условиях давления со сдвигом: дисс. ... канд. техн. наук. Черноголовка. 2018. 141 с.

УДК 630\*165.51

## ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОСНЫ БАНКСА В ЦЕНТРЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Корзюков К.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Желтов В.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный руководитель: Лавренов М.А., к.с.-х.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

lavrenov@mgul.ac.ru

Интродукция древесных растений является ответственным и сложным вариантом искусственного лесовосстановления [1]. Она позволяет расширить ареал вида, обогатить видовой состав лесных фитоценозов [2].

Целью работы являлась оценка перспективности использования сосны Банка в центре Европейской части России.

Исследования проводились на Егорьевском месторождении фосфоритов (ЕМФ). Вскрышные породы ЕМФ включают ничтожное количество азота, содержание подвижного азота ( $N(NH_4+NO_3)$ ) составило 1,16–3,10 мг/100 г. Количество обменного калия ( $K_2O$ ) в субстратах пробных площадей за весь вегетационный период находилось на уровне 9,0–11,4 мг/100 г почвы, содержание доступного фосфора ( $P_2O_5$ ) составило 4,0–8,2 мг/100г.

Учитывались такие признаки, как состояние кроны, зимостойкость, побегообразовательная способность, прирост в высоту, генеративное развитие, возможность размножения в культуре, степень ежегодного вызревания побегов.

Всхожесть семян сосны Банка варьировала при увеличении возраста деревьев. Так, всхожесть семян сосны Банка в 23-летнем возрасте составляла 83 %; в 27 лет – 69 %, в 28 лет – 65 %, в 33 года – 70 %.

Результаты определения посевных качеств семян выявили достаточно высокие показатели по всхожести семян.

Для центра Европейской части России сосна Банка является перспективным интродуцентом благодаря ее быстрому росту в первые годы жизни, высоким техническим качествам древесины, устойчивости к грибковым заболеваниям, а также выраженным декоративным и рекреационным свойствам.

Сосна Банка оказалась устойчива к местным климатическим условиям (не страдает от низких температур) и не требовательна к почвенным условиям.

### Список литературы

1. Аксенов П.А., Махрова Т.Г. Использование коллекции дендросада МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана в экологическом просвещении школьников // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы VII Международной научной конференции. Йошкар-Ола: ООО «Вертола». 2019. С. 340-343.
2. Брынцев В.А., Махрова Т.Г., Аксенов П.А. Тополя селекции А.С. Яблокова в зеленых насаждениях Москвы и Московской области // Лесохозяйственная информация : электрон. сетевой журнал. 2019. № 2. С. 103-110.

УДК 630\*902

**ВКЛАД А.Т. БОЛОТОВА В ЛЕСНУЮ НАУКУ (К 285-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)**

Королёва А.П., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

anastasia.corolyova@yandex.ru Терёхина М.С., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

terekhinamarina04@gmail.com

Научный руководитель: Мельник П.Г., к.с.-х.н. доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Личность Андрея Тимофеевича Болотова многогранна. Он относится к числу патриархов российской науки в области лесного и сельского хозяйства. Ученый проявил себя в таких областях как литература, философия, ботаника, изобразительное искусство. Библиография основных трудов Андрея Тимофеевича насчитывает свыше 900 наименований.

Болотов приложил немало усилий для сбережения и приумножения лесных богатств. В 1766-1767 гг. в Трудах Вольного Экономического общества публикуется его работа «О рублении, поправлении и заведении лесов», основанная на личном опыте автора по ведению хозяйства в лесах средней полосы России. В этой работе описывались способы ухода за молодняком, методы получения стройных прямоствольных деревьев, способы по сбору семян, летние пересадки кустарников и деревьев. Принципиальный подход Болотова к значимости лесов для страны актуален и по сей день. Андрей Тимофеевич рекомендовал рубить лес, исходя из природных условий, вырубать не больше годовичного прироста [1].

Отдавая предпочтение сплошным рубкам, А.Т. Болотов считал неправильным полагаться только на естественное возобновление леса. Первоочередной задачей в деле восстановления лесов он считал своевременный посев и посадку. При этом особое внимание уделял биологическим свойствам семян различных древесных пород, ратуя за сбор лесосеменного материала с лучших деревьев каждой породы.

В своем имении Болотов развел ботанический сад, выписывая семена и саженцы со всей России и из-за границы. Он проводил опыты в саду, огороде, полях, применяя при этом различные минеральные и органические удобрения. В 1797–1800 гг. вышел первый в России семитомный труд по помологии «Изображения и описания разных пород яблок и груш, родящихся в Дворяниновских, а отчасти и в других садах». Он включал в себя более 600 сортов яблок и груш с изображениями. Андреем Тимофеевичем Болотовым было составлено первое русское руководство по морфологии и систематике лекарственных растений [2].

А.Т. Болотова можно считать пионером в разработке вопросов селекции не только в сельском хозяйстве, но и в лесоводстве. Ему принадлежит приоритет в установлении зависимости порослевой способности от толщины пня [3].

Работая в Богородицке, Андрей Тимофеевич принимал участие в строительстве дворца, соборной церкви, в разработке проекта будущего расположения города. Им был создан уникальный парк, в котором находились каналы, пруды, искусственные каскады, гроты, беседки. По широте лесоводственных взглядов и чёткости изложения

лесоводственные труды А.Т. Болотова занимают одно из лучших мест среди отечественных публикаций в области лесного хозяйства XVIII века.

#### Список литературы

1. Мерзленко М.Д., Бабич Н.А. Исторический кладезь лесоводственной мысли (биограф. очерки). Архангельск: САФУ, 2017. 336 с.
2. Иванов В.М. История растениеводства: учебное пособие для вузов. 2-е изд., стер. СПб: Лань, 2022. 192 с.
3. Мерзленко М.Д. Андрей Тимофеевич Болотов // Устойчивое лесопользование, 2003. №2. С. 45.

#### УДК 004

#### АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПОЛИВНАЯ СИСТЕМА

Косткин Д.В., студент

МФ МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

dimoniru@yandex.ru

Научный руководитель: Тарасенко П.А., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Автоматизация всевозможных процессов всегда была приоритетной задачей для всего человечества. Ещё древние римляне использовали систему из желобов для обеспечения водоснабжения всего города. С появлением электричества стали внедряться насосные станции, которые позволяли осуществлять орошение почвы на больших расстояниях, но процесс полива всё ещё полностью зависел от человека. В наше время автоматизация процессов вышла на новый уровень. Появилась возможность создания автономных систем, которые работают круглосуточно и не требуют активного участия человека в своей работе, как следствие минимизирован человеческий фактор.

Одной из основных задач автоматизации является орошение земли, поскольку данное направление является критическим для аграрного сектора. Целью работы является создание системы автоматического полива почвы.

В качестве базы для реализации проекта была выбрана программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС) Arduino, поскольку данная плата обладает возможностью программирования, сбором данных и управлением подключённых к ней модулей.

В ходе разработки проекта, было принято решение интегрировать систему по удалению остатков воды из водопроводного контура, поскольку в застоявшейся воде образуются отложения внутри труб, происходит замерзание жидкости в зимний период, из-за чего появляются микротрещины в металле, вызывая протечки и приводя в негодность используемые трубы.

Разработанная система состоит из следующих модулей:

1) модуль автоматического полива, который отвечает непосредственно за процесс орошения почвы;

2) модуль метеостанции, осуществляющий контроль температуры окружающей среды и прогнозирование погоды на основании показаний датчиков атмосферного давления, освещённости и дождя;

3) серверный модуль, реализующий автоматический контроль работы всей системы, посредством анализа полученных данных с внешних датчиков. Выполняет то или иное действие на основе голосовых команд.

Принцип работы системы автоматического полива заключается в следующем. Погружной насос качает воду в бойлер, пока не заполнит его. Уровень воды в бойлере регулируют цифровые уровнемеры, сигнал от которых сообщает, что необходимо либо включить, либо выключить насос. При активации режима полива включается второй насос, который подключён к выходу бойлера, а электрический клапан, который расположен за насосом, переходит в состояние «открыто».

Стоит сразу отметить, что мощность насоса, а, соответственно, и давление воды в контуре меняется в зависимости от того, насколько эффективно необходимо произвести орошение почвы или конкретного растения.

Зона полива регулируется с помощью клапанов, а процесс полива – заранее заданным расписанием или на основе показаний датчиков влажности почвы.

По завершению процесса орошения, происходит выключение насоса и переход электрического клапана в состояние «закрыто» во избежание попадания воздуха под высоким давлением в бойлер.

Далее запускается процесс отчистки контура от остатков воды в нём. Для этого включается воздушный компрессор и в нём нагнетается давление [1]. Как только давление достигнет определённого значения, электронный клапан, который разделяет контур с водой и компрессор, переходит в состояние «открыто» и воздух под большим давлением выталкивает остатки воды из контура. Как только давление в компрессоре падает до минимума, электронный клапан переходит в состояние «закрыто» во избежание попадания воды под высоким давлением в компрессор [2]. Данный способ позволяет удалить, практически, всю воду и минимизировать образования на стенках труб.

Работоспособность автоматической поливной системы продемонстрирована на заседании секции «Информационно-измерительные системы и технологии приборостроения» ежегодной Всероссийской научной конференции «Студенческая научная весна»

#### Список литературы

1. Абромов Н.Н. Пospelова М.М., Сомов М.А. Расчет водопроводных сетей. М: Стройиздат, 1983. 304 с.
2. Флог Б.Н. Водоподготовка М.: МГУ, 2001. 680 с.

**УДК 006.91**

### **МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ**

Кремнева А.В., студент

МФ МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

kremneva@vniir-m.ru

Научный руководитель: Комаров Е.Г., д.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Сегодня многие предприятия радиоэлектронной промышленности разрабатывают электронные компонентные базы (далее – ЭКБ) для оборонной промышленности. Соответственно, качество разрабатываемых ЭКБ должно подтверждаться выполнением установленных требований к измерениям, что, в свою очередь, достигается проведением метрологической экспертизы технической документации на всех жизненных циклах

разработки ЭКБ. Метрологическая экспертиза является формой участия специалистов-метрологов в разработке технической документации изделий ЭКБ.

При проведении метрологической экспертизы выявляются ошибочные и недостаточные решения по метрологическому обеспечению технических методов и приемов, технологических процессов и конструкторских предложений, содержащихся в представленной на анализ документации, а также вырабатываются рекомендации по конкретным вопросам метрологического обеспечения разработки и испытаний, имеющиеся в технической документации.

Метрологическая экспертиза способствует рациональному решению двух основных вопросов разработки ЭКБ:

1. Какие параметры необходимо контролировать при разработке ЭКБ.
2. Какие требования к точности разработки изделий применить, включая связанные с ними вопросы по выбору средств и методик измерений.

Проведение полноценной метрологической экспертизы технической документации приводит к совершенствованию метрологического обеспечения разработки и, как следствие, способствует повышению качества выпускаемых ЭКБ, а также их конкурентоспособности.

Поэтому целесообразно конкретизировать требования к метрологическому обеспечению ЭКБ в процессе ее разработки не только для устранения выявленных несоответствий при проведении метрологической экспертизы технической документации, но и для предотвращения их появления в дальнейшем.

Таким образом, можно сделать вывод, что чем выше качество метрологической экспертизы, тем более квалифицированно будет осуществлено метрологическое обеспечение разработки ЭКБ, и тем выше результативность дальнейшей разработки изделия ЭКБ.

#### Список литературы

1. Быканов В.В., Клеопин А.В.. Состояние и направления совершенствования метрологического обеспечения ЭКБ в процессе разработки, испытаний и производства. // «Вестник метролога». № 1. 2019. С. 15-18.
2. Быканов В.В.. Совершенствование нормативно-правовой базы в области метрологической экспертизы. // «Электроника-НТБ». № 4. 2019. С. 102-106.
3. РМГ 63-2003 «РМГ 63-2003 ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации. Москва: ИПК издательство стандартов, 2004. 16 с.

#### УДК 712

### **ПОДХОДЫ К РЕКОНСТРУКЦИИ ПРУДОВ И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ОЗЕЛЕНЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ В РАЙОНАХ ПЕРОВО И НОВОГИРЬЕВО ВАО МОСКВЫ**

Крутикова П.В., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

pkrutikova@yandex.ru

Научный руководитель: Чернышенко О.В., д.б.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Пруды, располагающиеся в городских парках, скверах, бульварах определяют планировочную структуру благоустроенных территорий, становятся центрами

притяжения и регулируют направления движения посетителей. Наличие водоема благоприятно сказывается на микроклиматических показателях территории. Качество целевого использования водных объектов напрямую зависит от их состояния. Для оценки пруда как системной единицы города следует использовать классификацию, включающую ряд следующих параметров: тип и площадь, средняя глубина, каскадность, конструкция крепления берега, питание, уровень территориальной иерархии [1]. Перечисленные критерии будут актуальны для рекреационных водоемов. Оценка должна происходить с учетом всех имеющихся и возможных взаимосвязей с городским окружением. Водные объекты ограниченного пользования, технические, как правило, переходят в категорию специализированных сооружений, устройство и содержание которых регулируется строго в соответствии с нормативами [2]. Результат анализа состояния прудов становится базой для принятия решений по восстановлению, реконструкции, определению мероприятий по уходу за существующим объектом.

Изучение городских водоемов и прилегающей территории в районах жилой застройки Восточного административного округа Москвы проводилось с целью предложения мероприятий по их реконструкции, улучшению эстетических и функциональных характеристик. При этом учитывалось не только фактическое состояние прудов, но и исторический опыт использования объектов. Районы ВАО считаются наиболее озелененными, так как из общей площади округа более 40 % приходится на зоны, занятые древесно-кустарниковыми насаждениями (самые значимые – Измайловский парк, национальный парк «Лосиный остров») [3]. Однако промышленные предприятия и наличие крупных транспортных артерий создают значительное атмосферное и шумовое загрязнение. Поэтому экологическая обстановка в округе считается неблагоприятной.

В качестве объектов исследования были выбраны четыре пруда с прилегающей озелененной территорией, отличающиеся по площади водного зеркала, размерам, расположению относительно застройки и рельефа, питанию, функциональному назначению. Два из них – Большой Перовский и Малый Копаный – находятся в границах района Новогиреево, оставшиеся (Купавенский и Владимирский) – в Перово. Пруды Большой Перовский и Владимирский являются микрорайонными, Купавенский – парковым нецентральным, а Малый Копаный – дворовым. На всех объектах в течение последних десяти лет была проведена полная или частичная реконструкция, связанная с изменениями берегового укрепления, глубины, а также очисткой от донных отложений. Натурное обследование осенью 2022 г. показало, что пруды с близлежащей территорией требуют более тщательного ухода и дополнительных мероприятий по содержанию. На водоемах и берегах были отмечены замусоренность разной степени (листва, ветви, твердые бытовые отходы), недостаточная оснащенность для водоплавающих птиц (не везде есть домики и специально устроенные выходы на берег), отсутствие водного озеленения (как декоративного, так и барьерного для фильтрации и очистки поверхностных стоков), стихийные подходы к кромке воды и, как следствие, участки вытоптанного напочвенного покрова (нет специально обозначенных площадок), необорудованные водостоки, наличие поросли и древесных растений в сильно ослабленном состоянии. Недостаточное внимание к зеленым насаждениям отражается в отсутствии своевременной санитарной и формовочной обрезки, ландшафтных рубок, лечения растений. На некоторых объектах не определены видовые точки, водоем визуально воспринимается монотонно и скучно. Оснащенность малыми архитектурными формами не целиком удовлетворяет современные запросы посетителей.

Таким образом, пруды, обладающие высоким разносторонним потенциалом использования, не приобретают или утрачивают должный облик, перестают соответствовать проектным требованиям, не выполняют свои функции в полном объеме.

Полученные данные будут использованы для разработки мероприятий по содержанию водных объектов, способствующих сохранению и восстановлению рекреационных и биологических показателей.

#### Список литературы

1. Алексанян Ю.В. Классификационные признаки городских водоемов // Водное хозяйство России. 2018. № 3. С. 87-100.
2. Теодоронский В.С., Сабо Е.Д., Фролова В.А. Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры: учебник для студ. высш. учеб. заведений /под ред. В.С. Теодоронского 3-е изд., стер. М.: «Академия», 2008. 352 с.
3. Влияние развития инфраструктуры города Москвы на социально-экологическую обстановку Восточного административного округа // Экологический анализ и документация, экологическое сопровождение и услуги от «Группа Экоанализ» URL: <https://www.ecoanaliz.ru> (Дата обращения 07.05.2023).

**УДК 630\*8: 004\*94**

### **ДИНАМИКА ЗАГОТОВКИ ЖИВИЦЫ В ПАШЕ-КАПЕЦКОМ УЧАСТКОВОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Кузнецов Д.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

[dimasta-kuznecov4545@mail.ru](mailto:dimasta-kuznecov4545@mail.ru)

Научный руководитель: Колычева А.А., ст.преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Теме заготовки живицы не уделено должного внимания из-за замены сырья на дешёвое импортное, отсутствия в законодательной базе установки по заготовке живицы при рубках. В настоящее время функционирует малое число предприятий по переработке живицы, затруднена логистика перевоза ресурса к месту переработки. Но Россия обладает большими ресурсами и есть безопасные способы для извлечения живицы, поэтому вопрос актуален и требует решения.

Целью работы является прогноз заготовки живицы в Паше-Капецком участковом лесничестве Ленинградской области. Были выполнены следующие задачи: 1) изучено состояния вопроса и нормативные документы по заготовке живицы в России; 2) выявлено влияние заготовки живицы на насаждения; 3) оценен общий потенциал заготовки живицы при совмещении с заготовкой древесины на объекте.

Заготовка живицы разрешается только в эксплуатационных лесах, предназначенных для заготовки древесины. При этом должны соблюдаться определённые критерии по диаметру, возрасту, бонитету, сроку проведения подсочки [1].

Сбор живицы оказывает негативное влияние на насаждение, но при соблюдении правил заготовки и своевременной вырубке вред минимален. Подсочка снижает текущий прирост по диаметру и запасу на 36 %. На плодоношение пагубного влияния не оказывает. Установлено, что подсочка существенно не ухудшает состояния насаждений, она только ускоряет процесс отпада уже ослабленных деревьев, но не является первопричиной отпада. В целом, древесину можно использовать без ограничений [2].

Исследования проводились в Паше-Капецком участковом лесничестве Тихвинского района Ленинградской области. Площадь участкового лесничества 25 129 га.



На территории объекта заготовка живицы разрешена во всех кварталах, где разрешается заготовка древесины при проведении рубок спелых и перестойных лесных насаждений. Преобладающей породой по запасу на территории лесничества является сосна (41 %). Большая часть сосняков относится к II и III бонитетам. Условия данного лесничества являются оптимальными для возможного сбора сосновой живицы. Однако подсочка сосновых древостоев в настоящее время не ведётся.

За основу взята модель динамики древостоев FORRUS-S [3], которая использует стандартные таксационные описания и справочные базы данных, что обеспечивает возможность применения на различных объектах европейской части России.

Для прогнозных расчетов в таксационном описании выбраны спелые и перестойные насаждения сосны в границах эксплуатационных лесов. Для выявления части насаждения, который возможно отвести в заготовку живицы (диаметр больше 20 см), были использованы таблицы А.В. Тюрина. По таблицам хода роста было найдено текущее изменение запаса за один год. Заготовка живицы длится 3 года (до рубки). Потеря древесины на выделе при заготовке живицы определена как 36 % от прироста за последние 3 года. Для определения стоимости древесины использовалась средняя рыночная цена крупного и среднего круглого леса – 7900 руб./м<sup>3</sup>, мелкого – 4900 руб./м<sup>3</sup>. Доход от реализации древесины сопоставлен с возможным доходом от заготовки живицы. Выход живицы с карры в регионе исследования принят за 551 г. Общий возможный объем заготовки определяется как произведение процента деревьев, участвующих в заготовке, количества карр, выхода с одной карры (551 г.) и коэффициента смолопродуктивности. Для нахождения выручки за живицу выход живицы умножили на 800 руб. – средняя цена за 1 кг живицы. Сумма потенциального дохода от заготовки живицы со всего участкового лесничества составила 533 млн. руб. Упущенная выгода вследствие снижения запасов древесины при заготовке оценена в 51 млн. руб. – в 10 раз меньше выручки за живицу. Следовательно, заготавливать её в этом лесничестве возможно, и доход, потерянный в результате снижения прироста, значительно ниже потенциальной прибыли от заготовки живицы.

Таким образом, характеристики насаждений исследованного лесничества указывают на перспективность заготовки живицы. Потенциальный доход от заготовки живицы в 10 раз выше выручки за древесину, это говорит о том, что заготавливать живицу в этом лесничестве возможно, обеспечивая непрерывное неистощительное лесопользование.

#### Список литературы

1. Ялбулганов А.А., Пашенко А.В., Хрешкова В.В. Правовое регулирование использования лесов в Российской Федерации. М.: Институт публично-правовых исследований, 2011. 180 с.
2. Фролов Ю.А., Подольская В.А., Александров В.В., Федяев А.Л. Совершенствование технологии и расширение лесосырьевой базы подсочки сосны в Европейской части России. СПб.: СПбНИИЛХ, 1995. 104 с.
3. Чумаченко С.И., Паленова М.М., Починков С.В., Кухаркина Е.В. Имитационное моделирование динамики насаждений FORRUS-S –инструмент выбора стратегии и планирования лесного хозяйства // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2007. № 5. С. 143-152.

**УДК 630.812**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МИКОЛОГИЧЕСКИ РАЗРУШЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ПРОЯВЛЕНИИ ЭФФЕКТА ПАМЯТИ ФОРМЫ**

Кузьмичёва М.А., студент

МФ МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Хромова Н.В., студент

МФ МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

nata.khromova.01@mail.ru

Научные руководители: Горбачева Г.А., к.т.н. доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Деянов Д.И., аспирант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Древесина как природный умный материал проявляет многоформовый эффект памяти (ЭПФ), способна запоминать несколько временных форм и восстанавливать постоянную форму [1,2]. При микологическом разрушении происходит изменение химического состава древесины, что позволяет выявить особенности влияния компонентов клеточной стенки на показатели эффекта памяти формы [3]. Для исследования многоформового эффекта памяти микологически разрушенной древесины была разработана методика, предусматривающая получение 3 различных форм на одном образце (1 постоянная и 2 временные формы) в температурном диапазоне от +100 до –20 °С. Поскольку при всех типах гниения наблюдается изменение показателей физико-механических свойств древесины, испытания проводились при влажности древесины выше предела насыщения клеточных стенок для исключения влияния усушки и разбухания. Для количественной характеристики эффекта памяти формы (ЭПФ) древесины были использованы показатели для полимеров  $R_r$  (доля обратимых деформаций, которая показывает способность материала запоминать постоянную форму) и  $R_f$  (доля фиксированных (сет) деформаций, которая отражает способность запоминать временную форму) на основе модели гигро-термомеханических деформаций Б.Н. Уголева [1-3].

Эксперименты проводились для коррозионного типа гниения на образцах белой волокнистой гнили на древесине дуба (*Quercus L.*) и пестрой ситовой гнили на древесине ели (*Picea A.Dietr.*), а также для деструктивного типа – на образцах бурой трещиноватой гнили на древесине сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*). Размеры образцов составляли 90×2×2 мм. При охлаждении под нагрузкой от +100 °С до +60 °С была получена временная форма для правой части образца; при снижении температуры от +60 °С до –20 °С – временная форма для левой части образца. Постоянная форма была восстановлена при последовательном нагревании до +60 °С и +100 °С, соответственно.

Результаты экспериментов показали, что в диапазоне от +100 °С до +60 °С величина показателя  $R_r$ , отражающего способность запоминать постоянную форму, для образцов коррозионного типа гниения несколько ниже по сравнению с показателями, полученными для деструктивного типа гниения, 0,56–0,8 и 0,72–0,82, соответственно. В диапазоне от +60 °С до –20 °С величина показателя  $R_r$  для всех видов гнилей составила 0,75–0,89, что объясняется большей жесткостью древесины в данном интервале температур. Величина показателя  $R_f$ , характеризующего способность древесины

запоминать временную форму, меньше для диапазона +60 °С до –20 °С ( $R_f = 0,29 - 0,53$ ), чем для диапазона от +100 °С до +60 °С ( $R_f = 0,56-0,7$ ). При восстановлении постоянной формы микологически разрушенная древесина проявляет свойства активно движущегося материала, восстановление формы происходило быстрее для образца белой волокнистой гнили, что объясняется повышенным содержанием целлюлозы.

Таким образом, были исследованы деформационные превращения, свойства древесины как активно движущегося материала, определены показатели эффекта памяти для многоформового ЭПФ микологически разрушенной древесины для коррозионного и деструктивного типа гниения, в т.ч. в диапазоне отрицательных температур. Результаты работы будут использованы для получения биоразлагаемых многофункциональных материалов, способных работать в условиях переменной влажности и температуры.

Исследования выполнены в лаборатории Центра коллективного пользования научным оборудованием «Центр физико-механических испытаний древесины» (ЦКП ЦФМИД) Мытищинского филиала ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет)».

#### Список литературы

1. Уголев Б.Н., Горбачева Г.А., Белковский С.Ю. Экспериментальное исследование показателей эффекта памяти древесины // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2014. Т. 18. № 2. С. 66-69.
2. Уголев Б.Н., Горбачева Г.А., Белковский С.Ю. Многоформовый эффект памяти древесины // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2014. Т. 18. № 2. С. 62-65.
3. Уголев Б.Н., Галкин В.П., Горбачева Г.А., Калинина А.А., Белковский С.Ю. Экспериментальные исследования влияния наноструктурных изменений древесины на ее деформативность // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2012. № 7. С. 124-126.

#### УДК 008

#### ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Кулешова Д.Ю., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

kuli4k2020@mail.ru

Научный руководитель: Майкова В.П., д.ф.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Ландшафтное озеленение приобретает большую значимость в улучшении природной среды городов и формировании их положительного имиджа. Современным ландшафтными архитекторами в их работе помогает искусственный интеллект. С его помощью они создают более оптимизированный ландшафтный дизайн высокого качества в короткие сроки. Технологии искусственного интеллекта быстро развиваются, их использование в ландшафтной архитектуре также актуально, так как они позволяют соответствовать постоянно возрастающим требованиям рынка.

Благодаря высокоэффективным возможностям преобразовывать данные, сильным аналитическим способностям, строгим рассуждениям и умению выбирать лучшее,

технология искусственного интеллекта (ИИ) быстро стала применяться во многих областях ландшафтной архитектуры.

Внедрение передовых технологий искусственного интеллекта обеспечивает синхронизацию ландшафтной архитектуры со временем, повышает эффективность планирования и позволяет разработать высокие технологии проектирования.

Технология виртуального тура часто используются для демонстрации результатов проектирования и помещения людей в виртуальную трехмерную среду. Посредством динамического взаимодействия осуществляется всенаправленный осмотр будущего ландшафта [1].

Примером эффективного взаимодействия с окружающей средой могут служить системы интеллектуального освещения, позволяющие регулировать уровень яркости источников света, ориентируясь на погодные условия и особенности движения в определенный момент времени. Сочетание интеллектуальных общественных объектов и фоновой музыки не только приносит людям своеобразное удовольствие, но и помогает снять психологическое напряжение. В прошлом ландшафт парка предназначался в основном для общественного развлечения, а искусственный интеллект учитывает необходимость защиты окружающей среды. Интеллектуальное проектирование архитектуры сада помогает продвижению местных культурных обычаев и дополняет их. Искусственный интеллект работает в соответствии с законами природы, гармонично сочетая с ними различные интересы общества.

Для создания концепции ландшафтной архитектуры необходимо заранее собрать и отсортировать большой объем информации, а также решить множество технических проблем, что требует от архитекторов достаточного запаса знаний. Благодаря применению технологии ИИ компьютерные программы будут выполнять собственный поиск, сопоставление и отображение необходимых данных, аналогичных проектов, что позволит снизить сложность проектирования.

Исследование и анализ условий участка – ключевая задача современной ландшафтной архитектуры и основной элемент обеспечения высокой практичности проекта. На этом этапе многие проекты могут быть выполнены с использованием технологии искусственного интеллекта.

Беспилотные летательные объекты (БЛА) могут использоваться для создания высокоточных карт ландшафтной территории, что позволяет проводить более точное и детальное планирование и проектирование [2].

Использование БЛА позволяет проводить мониторинг и анализ состояния растительности и земли на больших территориях, что может быть полезно для предотвращения природных катастроф и определения оптимальных мест для строительства.

Водный пейзаж играет важную роль в оформлении ландшафта. Чтобы расширить и обогатить ландшафт используют искусственные водопады, холмы, фонтаны и т.д. ИИ поможет проектированию и модернизации подобных объектов.

Мощение земли в ландшафте обычно применяется для достижения укрепляющего эффекта. Использование больших данных в технологии ИИ для анализа и изменения цвета напольного покрытия в соответствии с различным естественным освещением, поможет сделать покрытие не только устойчивым, но и достичь единого эффекта эстетики и функциональности.

В будущем технологии ИИ могут быть применены для интеллектуализации фоновой музыки, объединяющей людей с музыкой, и продвигающей национальную культуру [1].

Хотя технология искусственного интеллекта все больше и больше применяется в исследованиях ландшафтной архитектуры, способности искусственного интеллекта по-прежнему не отвечают всем возникающим требованиям. Также несовершенна технология интеграции различных методов искусственного интеллекта. Для построения модели ИИ в исследованиях ландшафтной архитектуры нужны не только знания ландшафтной архитектуры, но и информатика, география, биология и другие междисциплинарные знания. Без профессиональных знаний невозможно построить идеальную модель. Это требует, чтобы каждый архитектор обладал широким кругом знаний.

Применение технологии искусственного интеллекта в ландшафтной архитектуре в настоящее время не способно решать весь спектр необходимых задач. Но быстрым развитием технологии ИИ он все больше будет применяться в ландшафтной отрасли.

#### Список литературы

1. Лич Н., Дизайн в эпоху искусственного интеллекта // Границы ландшафтной архитектуры. 2018. Т. 6. С. 8. DOI: <https://doi.org/10.15302/J-LAF-20180202>.
2. Teng T., Qu C. Городской ландшафтный дизайн, основанный на инновациях в области устойчивого развития. // Open House International. 2018. С. 68–72. DOI: <https://doi.org/10.1108/OHI-01-2018-B0014>.

#### УДК. 338.24

### ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Лебедева В.И., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-паркового строительство»

[viktorialeb352@gmail.com](mailto:viktorialeb352@gmail.com).

Научный руководитель: Шульц А.Н., д.т.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Транспорт на магнитной подушке будет достаточно актуален не только в настоящее время, но и для развития в ближайшем будущем в связи с его бесшумностью, небольшими затратами на обслуживание, экологичностью, а также комфортом передвижения за счёт отсутствия вибрации, которой отличаются обычные поезда. Над дорожным полотном вагоны удерживаются и перемещаются силами электромагнитного поля. Они действуют в горизонтальном направлении по схеме линейного электродвигателя. При этом само трение полностью исключено, а единственным видом сопротивления является аэродинамическое.

К достоинствам можно отнести отсутствие трения между поездом и рельсами, за счет отталкивания одинаковых магнитных полюсов. Это позволяет эффективно расходовать электроэнергию и развивать самую высокую скорость среди возможных видов наземного транспорта, что в некоторых случаях составляет конкуренцию самолетам [1]. Сегодня нет технических проблем, мешающих начать массовое строительство магистралей для поездов на магнитной подвеске, но этому препятствуют экономические проблемы.

Решением транспортных проблем на данный момент может выступать маглев, движущийся под землёй в среде с разряженным воздухом. Расстояние между Москвой и Санкт-Петербургом составляет 750 км. При отсутствии воздуха в тоннеле, поезд на магнитной подвеске, запущенный из Москвы пролетит в тоннеле без затрат энергии в

Петербург за время равное половине периода колебания математического маятника длиной  $R_3$ . Возьмем радиус Земли равный 6000 км, ускорение свободного падения  $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>, число  $\pi = 3,14$ . Используя формулы для нахождения периода колебаний математического маятника, время, затраченное на путь равно 2456 секунд, что приблизительно равно 41 минуте.

Также для повышения энергоэффективности рационально прокладывать по 2 пути, идущих параллельно друг другу. В каждом тоннеле предусмотрен разгонный участок в начале, а в конце – тормозной. При одновременном запуске в работу, накопленную энергию на тормозном участке можно передавать для разгона поезда в соседнем.

Если говорить про подземный вакуумный транспорт на магнитной подушке, то его использование будет довольно эффективным для перемещения на столь большие расстояния. В разряженном воздухе скорость перемещения так называемых вагонов можно развить приблизительно до 1000 км в час, что позволит меньше чем за час добраться из Москвы до Санкт-Петербурга с минимальными затратами [2]. Также такой транспорт будет энергоэффективным, экологически чистым и долговечным, так как износ труб и вагонов будет минимален из-за отсутствия контакта друг с другом.

Маглев может обеспечить большую степень экологичности, при этом передвигаться с большой скоростью. Также важно обеспечить достаточное количество транспорта для передвижения не только пассажиров, но и каких-либо грузов, причем с минимальными затратами, как по времени, так и по стоимости перевозки.

#### Список литературы

1. Yadav M. Review of Magnetic Levitation (MAGLEV): A Technology to Propel Vehicles with Magnets // Global Journal of Researches in Engineering A: Mechanical and Mechanics Engineering. 2013. V. 13, I. 7. pp. 35
2. Дзензерский В.А. и др. Высокоскоростной магнитный транспорт с электродинамической левитацией. Киев: Наукова думка, 2001. 479 с.

#### УДК 339.9

### ИНФЛЯЦИОННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ КАК СЛЕДСТВИЕ КРИЗИСА В МИРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Левичев М.Ю., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

levichevm2004@bk.ru

Научный руководитель: Тихомиров Е.А., к.э.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

В 2022 г. мировая экономика в значительной степени преодолела последствия пандемии COVID-19. Хотя и продолжалась борьба с её последствиями, которая продлится и в 2023 г., эффективное противодействие будет минимизировать воздействие на экономический рост. Во время пандемии цены на продовольствие начали расти. Это было связано в первую очередь с нарушениями логистики. В результате индекс цен ФАО на продовольствие, где за 100 берётся среднее значение за 2014–2016 гг., в 2021 г. подскочил до 125,7, а в марте 2022 г. достиг пикового значения – 159,7. В январе 2021 г. цена на газ в Европе составляла 175 € за 1000 м<sup>3</sup>, а в декабре того же года – почти 1400. В августе 2022 г. цены достигли пика – 3700 € за 1000 м<sup>3</sup>. Страны семёрки приняли решение об установлении потолка цен на российскую нефть в размере 60 \$/барр. В начале 2021 г. в ЕС, а с апреля и в США начался рост потребительских цен. Причем во время пандемии

инфляция в значительной степени определялась ростом цен на продовольствие [1]. ФРС и ЕЦБ поставили своей главной задачей борьбу с инфляцией и начали повышать ключевые ставки. ФРС повысила ставку до 4,0 %, ЕЦБ – до 2,0 %, Банк Англии – до 3,0 %. После падения мировой экономики в 2020 г. на 3,0 % в 2021 г. последовало быстрое восстановление – мировая экономика возросла на 6,0 %.

Общая ситуация на мировом рынке характеризуется действием целого ряда угроз: эпидемиологическая обстановка, торговые и технологические войны, политические и военные конфликты. По данным МВФ, темпы прироста мирового ВВП сокращаются. Если в 2021 г. они составили 6 %, то в 2022 г. оцениваются в 3,2 %, а в 2023 г. прогнозируются на уровне 2,7 %. Можно предположить, что в 2023 г. темпы прироста физического объема мировой торговли, которые в 2022 г., по предварительной оценке, сократились с 10 % до 4 %, уменьшатся и составят 2–3%. Рост цен на продовольствие и удобрения, по всей вероятности, продолжится в 2023 г., теперь уже под влиянием сжатия предложения, вызванного последствиями обострений в политической сфере.

Основные факторы, которые будут воздействовать на мировую валютно-финансовую систему, следующие [2]:

«прорыв» инфляции в развитых странах;

локдауны в Китае из-за вспышек коронавируса, тормозящие экономический рост в этой стране и как следствие, охлаждающие мировой спрос;

политика центробанков развитых стран, вынужденных реагировать на вспышку инфляции в нынешнем году и одновременно стремящихся не спровоцировать сваливание их экономик в рецессию.

В 2021 г. произошла глобальная вспышка инфляции. Темпы её роста в развитых странах составили 3,1 %, а в развивающихся и странах с формирующимся рынком – 5,9%. Однако в 2022 г. к концу года во многих развитых странах инфляция достигла уровней, не виданных с 1970-х годов. Так, в мире инфляция в среднем за 2022 г. составила 8,8%, в развитых экономиках – 7,2% (США – 8,1 %, Япония – 2,0 %, Германия – 8,5 %, Франция – 5,8 %, Великобритания – 9,1 %), в развивающихся странах – 9,9% (КНР – 2,2 %, Индия – 6,9 %, Бразилия – 9,4 %, Мексика – 8,0 %). В США инфляция начала снижаться с июня 2022 г. и в 2023 г. прогнозируется в размере 3,5 %. В остальных странах набранный темп инфляции, вероятно, сохранится до начала 2023 г. В дальнейшем начнется её снижение, по прогнозам МВФ в 2023 г. среднегодовая инфляция в мире составит 6,5 %, в развитых странах – 4,4 % (США – 3,5 %, Япония – 1,4 %, Германия – 7,2 %, Франция – 4,6 %, Великобритания – 9,0 %), в развивающихся странах инфляция снизится до 8,1 % (КНР – 2,2 %, Индия – 5,1 %, Бразилия – 4,7 %, Мексика – 6,3 %). Инфляция в России по итогам года составила 11,9 % и оказалась ниже прогноза Минэкономразвития в 12,4 %. При этом в России инфляция далеко не самая большая. Во многих странах Европы и мира она существенно выше, в частности в Польше, Чехии, Венгрии и т. д. Дальнейшие темпы инфляции будут зависеть не только от политики ведущих центробанков, но и от масштаба денежной помощи, которую развитые страны планируют направить своему населению и компаниям для компенсации резкого роста цен, особенно на газ и электроэнергию.

#### Список литературы

1. Dynkin A.A., Baranovsky V.G.; Machavariani G.I. Kobrinskaya I.Y. Russia and the World: 2023. Annual Forecast: Economy and Foreign Policy. Moscow: IMEMO, 2022. 130 p.
2. Джункеев У.К., Перевышин Ю.Н., Трунин П.В., Чембулатова М.И. МВФ и Всемирный банк понизили прогноз роста мировой экономики. в 2022-2023 гг. и повысили прогноз инфляции на 2022 г. // Экономическое развитие России. 2022. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mvf-i-vsemirnyy-bank-ponizili-prognoz-rosta>

**УДК 632.9****ВИДОВОЙ СОСТАВ ВРЕДИТЕЛЕЙ И ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ  
СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА**

Ломарева М.Д., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

maruzl0111@mail.ru

Научный руководитель: Денисова Н.Б., к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Исследование проводилось на участках лесных насаждений Сочинского национального парка, расположенного на территории Большого Сочи. Основная цель исследования заключается в изучении популяции орехотворки восточной каштановой (*Dryocosmus kuriphilus*), клопа-кружевницы дубового (*Corythucha arcuata*) и огнёвки самшитовой (*Cydalima perspectalis*) в насаждениях Сочинского национального парка. При изучении популяции данных видов было проведено:

– рекогносцировочное и детальное обследование насаждений Сочинского национального парка;

– анализ видового состава выявленных вредителей лесных насаждений.

Обследование популяций данных видов вредителей и оценка их состояния проводились в соответствии с методикой, разработанной и рекомендованной ВНИИЛМ [1], а также с применением наработок Центра защиты леса Краснодарского края. При организации и осуществлении полевых работ использовался картографический материал, а также материалы лесоустройства участков лесничеств, предоставленные ФГБУ «Сочинский национальный парк». Основные работы по изучению популяции орехотворки восточной каштановой были сосредоточены в средневозрастных и старовозрастных каштанниках, в составе которых преобладает каштан посевной. Рекогносцировочное обследование проводилось по маршрутным ходам с использованием автомобильной техники; а также пеших маршрутных ходов по пересеченной местности.

Проводился отбор проб биологического материала с целью определения плотности вредителя. На каждом учётном пункте обследовалось не менее 10 деревьев каштана посевного (*Castanea sativa*). В связи с запретом Россельхознадзора на вывоз биологического материала каштана посевного из мест заселения каштановой орехотворкой, анализ побегов проводился преимущественно в полевых условиях, на месте отбора образцов. Он заключался в подсчёте галлов орехотворки генерации 2022 г.

Изучение популяции клопа-кружевницы дубового (*Corythucha arcuata*) проводилось в естественных древесно-кустарниковых насаждениях с участием различных видов дуба (рода *Quercus*). Причиной ослабления насаждения являлось повреждение дубовым клопом-кружевницей. В ходе исследования было выявлено, что самки клопа откладывают яйца группами только на нижнюю сторону листьев. Откладывание яиц производилось, как на листьях дуба черешчатого, так и на листьях дуба красного. В Кепшинском лесничестве был зафиксирован хлороз листьев дуба, вызванный питанием имаго и личинок клопа-кружевницы дубового, в слабой степени и в средней степени.



Изучение популяции самшитовой огневки производилось в Марьинском лесничестве, где были выполнены учёты численности гусениц и учёты имагинальной активности с помощью половых аттрактантов. Был организован феромонный надзор, в общей сложности было вывешено 8 феромонных ловушек. В ходе изучения популяции самшитовой огневки производилась оценка лесопатологического состояния насаждений самшита и феромонный надзор, в результате которых следов активности гусениц генерации 2022 г. выявить не удалось. Несмотря на то, что за весь период экспонирования ловушек вредитель не был зафиксирован ни на одной феромонной ловушке, вредитель не вымер окончательно. По результатам проведённого лабораторного анализа взятого биологического материала установлено, что санитарное состояние самшита в Марьинском лесничестве было ухудшено из-за прогрессирующего развития грибных заболеваний, а именно комплексом фитопатогенных грибов с преобладанием *Volutella buxi* (DC.) Berk. & Broome и *Calonectria pseudonaviculata* (Crous, J. Z. Groenew. & C. F. Hill) [2].

В результате проделанной работы всего было осмотрено 142,8 га. Очаги были выявлены в 9 лесничествах.

Важно регулярно проводить ряд мероприятий, необходимых для организации эффективной защиты лесных насаждений «Сочинского национального парка», в первую очередь это регулярные лесопатологические обследования.

#### Список литературы

1. Гниненко Ю.И., Клюкин М.С., Раков А.Г. Проникновение чуждых видов в лесные сообщества России и ряда других стран. // Интегрированная защита растений: стратегия и тактика: Мат. междунар. научн.-практ. конф. Несвиж. 2011. С. 188-192.
2. Дурьнина Е.П., Великанов Л.Л. Почвенные фитопатогенные грибы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. 107 с.

**УДК 621.355.9**

### **АВТОНОМНЫЙ МОРОЗОСТОЙКИЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ НА БАЗЕ ЭЛЕМЕНТОВ LiFePO<sub>4</sub>**

Мальцев М.Д., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

hayterlive@mail.ru

Никоноров С.П., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

ghl6@mail.ru

Соколов К.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

sokolkir13@gmail.com

Научный руководитель: Чернышов А.В., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Одна из самых насущных проблем в каждом автономном устройстве – источник питания. Дополнительные трудности представляют условия эксплуатации этого устройства. В нашем случае предполагалось использование устройства на открытом воздухе круглый год, и в жару, и в холод.

Для решения поставленной задачи было принято решение выбрать элементы на основе лития, обладающие высокой энергетической плотностью, малой скоростью деградации и слабо выраженным эффектом памяти. Существует много типов литиевых

аккумуляторов. Все они различаются материалом катода или электролита. Самые распространенные из них – литий-ионные, литий-полимерные и литий-железо-фосфатные [1]. Именно данные типы аккумуляторов обладают наибольшей экономической целесообразностью на момент. Если с верхним порогом рабочих температур проблем не испытывает ни один из перечисленных типов аккумуляторов, то с нижним дела обстоят иначе. Свойства морозостойкости имеют только литий-железо-фосфатные аккумуляторы, в силу высокой химической стабильности. Для решения поставленной задачи был выбран именно этот тип литиевых элементов. К сожалению, все литиевые элементы обладают существенным недостатком, усложняющим конструкцию конечного аккумулятора – их нельзя разряжать ниже определенного порога напряжения. Данная проблема решается с помощью специальной защитной платы (Protection IC), которая отключает выходы аккумулятора при достижении этого порога [2]. Но на этом проблемы не заканчиваются, требуется выход напряжения в диапазоне 5–20 В для соответствия диапазону напряжений преобразователя на входе устройства-потребителя, когда один литий-железо-фосфатный элемент имеет выход от 2.5 В до 3.65 В в зависимости от уровня заряда. Логичным решением данной проблемы является соединение двух элементов последовательно, для удвоения выходного диапазона напряжений, до 5 – 7,3 В. Но данное решение порождает другую проблему – синхронизацию уровня зарядов двух элементов питания, так как в ситуации, когда один элемент питания разрядится быстрее другого, второй не полностью отдаст весь свой заряд, что снизит общую емкость аккумулятора. Для этого в некоторых платах защиты есть механизм балансировки последовательно соединённых ячеек/блоков – BMS (Battery Management System) [2].

В результате было принято решение использовать два литий-железо-фосфатных элемента типоразмера 32700 номинальной ёмкостью 5,5 А/ч, соединённые последовательно, BMS для двух соединённых последовательно литий-железо-фосфатных элементов рассчитанную на силу тока до 15А с резисторной балансировкой, которая разряжает более заряженный элемент питания до уровня заряда второго элемента. Также было изготовлено специальное крепление для ячеек и платы BMS с использованием технологии FDM 3D печати. Вышеперечисленные компоненты в сборе были помещены в герметичный пищевой контейнер с врезанным в него влагозащищенным разъемом GX16-3P, выступающим в роли входа для зарядки и выхода аккумулятора. Было приобретено зарядное устройство с отсечкой по напряжению в 7.3 В, номинальным током заряда 5А и режимом работы CC/CV, при котором выходное напряжение и ток ЗУ меняются по кривым в зависимости от уровня заряда аккумулятора, это нужно для меньшего нагрева ячеек, и, как следствие, уменьшения скорости их износа. Полный заряд аккумулятора при этом происходит примерно за 1 час.

Получившийся аккумулятор обладает приемлемой себестоимостью и соответствует всем требованиям, полученным в техническом задании. При условии оптимизации энергопотребления, устройство-потребитель может работать более двух недель.

#### Список литературы

1. Типы литиевых аккумуляторов и их особенности // go radio. URL: <https://go-radio.ru/litievie-akkumulatori.html> (Дата обращения 03.05.2023).
2. Защита по току литиевого аккумулятора // Блог электрика. URL: <https://lemzspb.ru/zashchita-po-toku-litievovogo-akkumulyatora/> (Дата обращения 03.05.2023).

УДК 630\*232

## **ДИНАМИКА РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТЬ УДМУРТСКОГО ЭКОТИПА ЛИСТВЕННОЙ СУКАЧЁВА В УСЛОВИЯХ МОСКВОРЕЦКО-ОКСКОЙ РАВНИНЫ**

Мамочкина Д.Д., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Тагильцев Д.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

tagilcevdennis2517@gmail.com

mamochkina78@gmail.com

Научный руководитель: Мельник П.Г., к.с.-х.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Обоснованному выбору новых древесных видов может быть полезен опыт интродукции лиственницы европейской в Московскую область, заложенный в географических культурах Бронницкого участкового лесничества [1]. В Подмосковье, как и во всём центре Русской равнины, лиственница является интродуцентом и относится к ценным породам, поскольку имеет высокую продуктивность и характеризуется устойчивостью [2].

Цель работы – исследование и анализ динамики роста и производительности Удмуртского экотипа лиственницы Сукачёва на различных фазах роста и развития насаждения.

Экотип № 26 интродуцированной лиственницы Сукачева, происхождением из Граховского района Удмуртской Республики, был заложен в географических культурах Бронницкого лесничества в 1955 г. Эти посадки были созданы на нижней трети склона слабопокатого водораздела с абсолютной отметкой над уровнем моря около 200 м, на типичных для Москворецко-Окской равнины покровных глеевато-мощнодерновых слабоподзоленных среднесуглинистых почвах, подстилаемых карбонатными отложениями. К 50-летнему возрасту, таксационная характеристика лиственницы европейской была следующей: высота 23,6 м, средний диаметр 21,3 см, запас 599 м<sup>3</sup>/га, средний прирост 12,0 м<sup>3</sup> [1].

В 2020 г. опытные посадки лиственницы достигли 65-летнего возраста, что позволяет сделать объективные выводы о том, какие виды в наилучшей степени отвечают местным лесорастительным условиям, а также имеют высокую производительность. В этом возрасте культуры по своему развитию находились в фазе приспевания. В результате перечёта 2020 г. видно, что лиственница Сукачева сохранила высокий потенциал роста и производительности: средний прирост достигал внушительной величины – 10,7 м<sup>3</sup>/га, текущий прирост – 6,3 м<sup>3</sup>/га, производительность оставалась довольно высокой – 694 м<sup>3</sup>/га. В 65-летнем возрасте культуры характеризовались ростом по Ia классу бонитета; средняя высота 28,1 м, средний диаметр 25,6 см. Средний объём ствола лиственницы европейской в 50-летнем возрасте был 0,426 м<sup>3</sup>, в 65-летнем – 0,708 м<sup>3</sup>.

Удмуртский экотип в Бронницком лесничестве превосходит по всем таксационным показателям опытные объекты, с участием лиственницы, произрастающие на северо-востоке Московской области в условиях Свердловского участкового лесничества Щёлковского УОЛХ МФ МГТУ [3].

## Список литературы

1. Мельник П.Г., Карасев Н.Н., Лещёв Г.А. Популяционно-географическая изменчивость лиственницы в фазе приспевания // Леса Евразии – Белорусское Поозерье: Материалы XII Международной конференции молодых учёных, посвященной 145-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ. 2012. С. 189-191.
2. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Маликов А.Н. Динамика роста лиственнично-еловых лесных культур К.Ф. Тюрмера // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2020. Т. 24. № 2. С. 11–16. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-2-11-16.
3. Мельник П.Г., Мерзленко М.Д., Лобова С.Л. Результат выращивания климатипов лиственницы в географических культурах северо-восточного Подмосковья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. №2 (136). С. 62-67.

**УДК 630****ИЗМЕНЕНИЕ ПОРОДНОГО СОСТАВА ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЛЕСОВ ПОСЛЕ ПОЖАРОВ В АВСЮНИНСКОМ УЧАСТКОВОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Монахова М.П., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

m.monakhova2018@yandex.ru

Научный руководитель: Коротков С.А., к.б.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Одной из особенностей лесных экосистем является смена пород вследствие различных факторов. Данное явление исследовано и описано многими авторами. Основными направлениями этих смен в Подмосковье являются смена сосны елью, а также смена мелколиственных насаждений из берёзы и осины елью.

Среди внешних воздействий, способствующих активизации процессов смены пород ведущую роль играют пожары. Огонь влияет на растения прямо, уничтожая их полностью или частично, или косвенно, за счёт изменения условий обитания [1]. Помимо уничтожения существующих связей между различными видами живых организмов начинают возникать новые. В частности, на горях начинают активно развиваться насекомые, способствующие разрушению негоревшей древесины. Так же благодаря насекомым начинают развиваться грибковые заболевания древесины, что негативно сказывается на живых, но поврежденных огнём деревьях.

Наиболее серьёзное влияние на изменение характеристик лесного фонда Орехово-Зуевского лесничества оказали лесные пожары 2010 г., площадь которых составила 10,2 % от покрытой лесом площади лесничества. Наряду с потерями лесов, следствием аномального сезона стало изменение характера хозяйственной деятельности [2].

Изменения, происходящие в лесном фонде после пожаров, рассматривались на примере Авсюнинского участкового лесничества, расположенного в южной части Орехово-Зуевского лесничества Московской области и представленного типичными для подмосковной Мещёры насаждениями с преобладанием сосны и берёзы.

Анализ изменений состояния лесного фонда проводился на основе данных лесной таксации, проведённой на территории лесничества в 2002 и 2021 гг., а также информации о количестве и площади лесных пожаров.

Всего за указанный период произошло 67 лесных пожаров на общей площади 828,3 га. Подавляющее их большинство пришлось на аномально засушливый 2010 г., когда погодные условия способствовали распространению огня на значительных площадях.

В ходе сравнения данных лесоустроительных материалов 2002 и 2021 гг., выявлено, что влияние пожаров повлекло за собой значительные изменения в породной структуре насаждений Авсюнинского участкового лесничества. Значительно увеличилась доля насаждений с преобладанием берёзы, что можно объяснить процессами смены пород на участках естественного восстановления после гарей и последовавших сплошных санитарных рубок погибших и повреждённых насаждений. Выбытие площадей хвойных пород лишь частично компенсируется созданием хвойных лесных культур, в связи с чем отмечено снижение доли площадей, занятых насаждениями с преобладанием сосны.

По данным учета книг лесных насаждений для восстановления лесов, пройденных пожарами, использовалось естественное возобновление – 51 % площадей, применение мер содействия естественному возобновлению – 45 %, а также искусственное лесовосстановление путём создания лесных культур сосны – 4 % общей площади воспроизводства лесов за период с 2007 по 2021 гг.

В связи с преобладанием естественного возобновления, его особенности проанализированы на основе учёта подроста на 13 пробных площадях, заложенных на участках, пройденных лесными пожарами. Затем был проведен сравнительный анализ состава лесных насаждений по таксационным показателям до пожара и состава на момент исследования.

Для всех основных лесобразующих пород были проанализированы изменения по классам возраста, и в большинстве случаев они связаны с увеличением доли молодняков.

Анализ показал значительное увеличение площадей лиственных, преимущественно с преобладанием берёзы, молодняков, формирующихся на участках погибших насаждений (площади, оставленные на естественное зарастание, содействие естественному возобновлению, а также отдельные участки, где по различным причинам попытки создания лесных культур оказались неуспешными) [3].

При этом сохраняется большая доля перестойных насаждений с преобладанием берёзы, перешедших из 6–7 в 8–9 классы возраста, что даёт основания предполагать развитие в ближайшие десятилетия процессов распада лиственного полога.

Работа подтвердила факт, что лесное хозяйство столкнулось с катастрофическими явлениями, которые повлекли серьёзные изменения в породной и возрастной структуре лесного фонда и, следовательно, потребовали перестройки хозяйственных мероприятий, в том числе с привлечением дополнительных бюджетных средств.

Учитывая длительность процесса лесовыращивания, последствия этого будут влиять на лесохозяйственную деятельность на протяжении нескольких последующих десятилетий.

В границах лесничества значительно увеличилась площадь берёзы 1 класса возраста, что потребует внимания к развитию насаждений с преобладанием данной породы. В частности, необходима разработка программ рубок ухода для формирования качественных берёзовых насаждений и создания благоприятных условий для развития хвойных пород, находящихся в их составе.

#### Список литературы

1. Гераськина А.П. и др. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем // Вопросы лесной науки. 2021. Т. 4. №. 2. С. 8-11.

2. Захаров В.П., Коротков С.А., Кошлакова Д.С. Изменения возрастного и породного состава Орехово-Зуевского лесничества после пожаров и вспышки массового размножения короеда-типографа // Повышение эффективности лесного комплекса. Мат-лы VII Всерос. нац. НПК с международным участием. Петрозаводск. 2021. С. 68-70.
3. Лежнев Д.В. Методики исследований естественного возобновления лесных экосистем // Цифровые технологии в лесной отрасли: мат-лы Всерос. НПК. Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова. 2022. С. 130-138. DOI: 10.34220/DTFI2022\_130-138.

### УДК 377

## РОЛЬ ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ В СРЕДНЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Мурашова И.И., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

irina.murashova999@mail.ru

Научный руководитель: Тихвинский П.Н., ст.преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

tihvinskiy@mgul.ac.ru

Патриотическое воспитание – систематическая и целенаправленная деятельность институтов воспитания, начиная от органов государственной власти до семьи, направленная на формирование у граждан любви и уважения к Родине, чувства верности своему Отечеству, готовности защищать его интересы и вносить своей деятельный вклад в его процветание. Патриотическое воспитание играет важную роль в среднем профессиональном образовании, так как помогает студентам формировать гражданскую позицию, укреплять преданность к своей стране.

«Патриотизм – это не значит только одна любовь к своей Родине. Это гораздо больше... Это – сознание своей неотъемлемости от Родины и неотъемлемое переживание вместе с ней её счастливых и её несчастных дней» А.Н. Толстой.

Цитата великого русского писателя А.Н. Толстого описывает патриотизм не только со стороны любви к своему государству, но и способности сопереживать ему в самые трудные моменты. Безграничное сочувствие, скорбь, радость, гордость по отношению к России – те глубокие чувства, которыми буквально пропитаны стихотворения А.Н. Толстого.

Патриотическое воспитание имеет особенности в каждый возрастной период становления личности. Если в младшем возрасте ребенку прививается любовь, то в процессе взросления воспитание подразумевает под собой приобщение воспитанника к деятельности: участие в патриотических воспитательных мероприятиях, помощь ветеранам, волонтерство на праздниках государственной важности. Патриотизм по отношению к студенту среднего профессионального образования определяется, как потребность участвовать в мероприятиях, служащих на благо общества. Благодаря приобщению к деятельности, студент приобретает такие качества, как: человечность, сострадание, чувство собственного достоинства, а главное – ощущения себя частью окружающего мира, гражданского общества; любить страну не только в душе, но и в делах, помогая и поддерживая Отечество. Помимо привлечения студентов к деятельности, очень важно знакомить их с историко-культурными, национальными, географическими, природными особенностями родного края [1]. Проводить общеобразовательные занятия о

деятелях русской культуры, науки, искусства, знакомить с открытиями великих умов России. В настоящее время во всех школах и колледжах страны введен цикл занятий «Разговоры о важном», где обучающиеся знакомятся с ключевыми аспектами жизни человека в современной России, узнают о величайших личностях, их изобретениях и вкладе в будущее страны.

Тем не менее, актуальность данной темы имеет ряд причин. Одной из первых является разрушение традиционных ценностей, преемственности поколений, которая могла возникнуть вследствие расширения неблагоприятной среды социального пространства, которая оказывает негативное воздействие на сознание и чувства подрастающего поколения. Также причинами развития патриотического воспитания в средних профессиональных учреждениях является изучение и анализ духовно-нравственной и социально-гражданской зрелости студентов, изучение нормативно-правовой, научной и методической литературы [2].

Студенты СПО – дети, находящиеся в процессе становления личности, переживающие подростковый период, который характеризуется быстрым ростом и гормональными изменениями, лабильной психикой, неустойчивыми чувствами. Подростковый возраст – самый опасный и непредсказуемый. В этом возрасте ребенок стремится к самостоятельности, к самоутверждению; независимости от взрослых; ориентируется на группу сверстников. Тут очень важно вовремя вовлечь подростка в правильное русло, приобщать к науке, физическому воспитанию, культурному наследию, истории. Стараться ориентировать студентов на обучение, морально-нравственное развитие, организовывать творческую продуктивную деятельность. Среднее профессиональное образование является основой подготовки квалифицированных специалистов, которые будут работать на благо своей страны. Поэтому очень важно, чтобы в процессе обучения студенты не только приобретали необходимые знания и умения, но и формировались как личности с активной жизненной позицией, уважением к культуре, традициям и истории своей страны.

Патриотическое воспитание в среднем профессиональном образовании помогает формировать у студентов глубокое понимание и любовь к своей Родине, создает условия для профессионального и личностного роста, а также укрепляет единство и солидарность людей в обществе. В результате студенты, прошедшие такое воспитание, становятся более ответственными гражданами, способными не только работать на благо своей страны, но и принимать участие в ее социальной и культурной жизни.

#### Список литературы

1. Давыдов Ю.Н. Любовь и свобода: избранные сочинения. / сост. В.В. Сапов. М: Астрель, 2008. 576 с.
2. Философия: энцикл. словарь / под ред.: А.А. Ивина. М: Гардарики, 2006. 1072 с.

**УДК 676****МОДИФИКАЦИЯ НАПОЛНИТЕЛЕЙ БУМАЖНОЙ МАССЫ**

Мягкоступова Д.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

myagkostupova.dina.15@gmail.com

Научный руководитель: Зарубина А.Н., к.т.н., зав. кафедрой

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

В состав бумажных масс кроме целлюлозы входят различные химические вспомогательные средства, среди которых – наполнители, способствующие не только повышению белизны бумаги, но и снижающие ее себестоимость, а также вещества, обеспечивающие необходимую степень проклейки для придания требуемой водостойкости бумаги [1]. Были продолжены исследования по применению в составе бумажных масс сополимера стирола и малеинового ангидрида (стиромалея), модифицированного многоатомными спиртами. Взаимодействие стиромалея со спиртами происходит на этапе высокотемпературной обработки образцов при 130 °С под давлением 103 кН/м<sup>2</sup>.

Составленные бумажные композиции содержали хвойную или лиственную целлюлозу, от 3 до 20 % стиромалея и необходимое количество глицерина или этиленгликоля, а также осадитель – сульфат алюминия. Кроме того, получили образцы с хвойной целлюлозой при использовании традиционного наполнителя каолина с одновременным введением 3 % стиромалея с модификатором и осадителем.

При определении механической прочности образцов установили, что увеличение содержания стиромалея с 3 до 20 % позволяет повысить прочность на разрыв в 4,5 раза, причем добавление этиленгликоля в композицию на основе лиственной целлюлозы привело к повышению прочности до уровня образцов на основе хвойной целлюлозы с введением стиромалея без модификатора.

Наибольшее значение сопротивления раздиранию также имели образцы, полученные с использованием стиромалея, модифицированного этиленгликолем. Причем введение даже 3 % сополимера в композицию с каолином приводит к повышению механической прочности образцов в среднем на 25 %.

Для оценки проклеивающего действия разработанных составов определяли впитываемость образцов при полном погружении в воду. Установлено, что введение 20 % модифицированного сополимера снижают впитываемость почти в 2 раза как при использовании в качестве модификатора этиленгликоля, так и глицерина.

По результатам определения физико-механических характеристик образцов установили, что лучшими свойствами обладают бумаги, получаемые при модификации стиромалея этиленгликолем, а не глицерином. Это можно объяснить пространственными затруднениями, возникающими при взаимодействии трех гидроксильных групп глицерина с ангидридными группами сополимера. Таким образом, начатые исследования по применению в составе бумажных масс чередующегося сополимера стирола и малеинового ангидрида при одновременном введении многоатомных спиртов в качестве сшивающих агентов подтверждают упрочняющее действие этих компонентов на бумагу.

**Список литературы**

1. Фляге Д.М. Технология бумаги. М.: Лесная промышленность, 1988. 440 с.



УДК 621.373.826

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТОТ НА ДРЕВЕСИНУ

Назаров С.Ю., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный руководитель: Пеньков И.В., ст.преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Для исследования воздействие лазерного излучения различных частот на древесину были поставлены следующие задачи:

- исследовать влияние лазерного излучения разной длины волны (разного спектра) на древесину;
- исследовать физические и механические разрушения древесных слоёв;
- определить ряд параметров и требования для разработки лабораторной установки и проведения экспериментов.

При проведении исследований применялись лазеры со следующими характеристиками:

- 1) синий 450 nm. P = 1 W, скорость подачи 300 мм/мин;
- 2) зеленый 532 nm. P = 1 W, скорость подачи 300 мм/мин;
- 3) красный 660 nm. P = 1 W, скорость подачи 300 мм/мин;
- 4) инфракрасный 808 nm. P = 1 W, скорость подачи 300 мм/мин;
- 5) инфракрасный 1064 nm. P = 30 W, скорость подачи 100 мм/мин.

В качестве исследуемых образцов были использованы следующие виды древесных материалов: древесина сосны, ели, кемпаса; шпон Зебрано; древесноволокнистая плита среднего уровня плотности (МДФ).

Экспериментально была подтверждена гипотеза, что древесина способна к поглощению более широкого спектра излучения, в отличие от заявленного ряда точных значений [1,2].

По результатам анализов исследуемых образцов были выявлены следующие проблемы, присущие лазерной обработке различных древесных материалов:

- обугливание края реза;
- скошенная или полукруглая форма кромки среза;
- необходимость подборки режимов при резке вдоль и поперёк волокон;
- необходимость продувки зоны реза;
- влияние примесей и неоднородности структуры древесных композиционных материалов на процесс обработки.

Для дальнейших экспериментов были определены требования для разработки лабораторной установки: тип лазера выбирается из учёта целесообразности и себестоимости; конструктивно – координатно-раскроечный станок; количество координат перемещения 2 (3, для возможности фокусировки луча); основные механические элементы (рельсовые направляющие, шарико-винтовые пары и серво- или шаговые приводы); система управления с точностью позиционирования 0,01 мм; контроль и управление параметрами лазера; устройство подачи газов в зону реза.

### Список литературы

1. Евтихийев Н.Н. Очин О.Ф., Бегунов И.А. Лазерные технологии. Долгопрудный: Интеллект, 2020. 237 с. : ил.

2. LASER Portal: официальный сайт. URL: [https://laser-portal.ru/content\\_5](https://laser-portal.ru/content_5) (Дата обращения 04.05.2023);

### УДК 519.25

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ АУДИТОРНЫХ И ВНЕАУДИТОРНЫХ КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА»

Николаев А.С., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

anton12\_2003@mail.ru

Научный руководитель: Полещук О.М., д.т.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

В МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана контрольные работы (КР) и расчетно-графические работы (РГР) достаточно часто оцениваются одинаковым количеством баллов, но при этом внешние факторы сильно отличаются. При проведении контрольной работы преподаватель следит за тем, чтобы студенты не пользовались интернетом или дополнительной литературой и не списывали друг у друга. Расчетно-графические работы выполняются дома, где студенты пользуются всем арсеналом дополнительной помощи.

В связи с этим возникает вопрос об отражении реальной картины знаний студентов при выполнении контрольных и расчетно-графических работ. Для анализа были взяты две выборки по 70 оценок студентов группы К1-31Б за период с 2018 г. по 2022 г.

В результате анализа процентное соотношение оценок за контрольную работу сильно отличается по сравнению с оценками за расчетно-графическую работу. Также отмечено, что за расчетно-графическую работу нет двоек. При расчете дисперсий использовалась исправленная выборочная дисперсия (несмещенная оценка дисперсии). Получены следующие значения дисперсий: КР – 0.8712, РГР – 0.5591.

Проверка гипотезы равенства дисперсий на основе F-критерия Фишера. Основной характеристикой критерия является уровень значимости  $\alpha$ , который равен вероятности совершить статистическую ошибку, предполагая, что дисперсии и, следовательно, точность, различаются. Обычно выбирают критическое значение уровня значимости и если  $\alpha$  больше критического значения, то дисперсии считаются равными, в противном случае – различными. При этом критерий может быть односторонним, когда нужно проверить, что дисперсия конкретной выделенной выборки больше, чем у другой, и двусторонним, когда просто нужно показать, что дисперсии не равны [1]. Для всех расчетов принималось критическое значение уровня значимости  $\alpha=0,05$ . Статистика F-теста равна 1.558, p-значение равно 0.0338. Поскольку p-значение меньше 0,05, отвергается основная гипотеза о равенстве дисперсий. Это означает – есть достаточно доказательств, чтобы сказать, что две дисперсии генеральной совокупности не равны.

Критерий Стьюдента используется для проверки предположения о том, что математические ожидания (средние значения) двух выборок значимо различаются. Существует три разновидности критерия: один – для связанных выборок, и два для несвязанных выборок (с одинаковыми и разными дисперсиями). Если выборки не связаны, то предварительно нужно проверить гипотезу о равенстве дисперсий, чтобы определить, какой из критериев использовать.

T-тест (T-тест Стьюдента) – это тест, который сравнивает средние значения выборок. Критерий Стьюдента: этот критерий предполагает, что обе группы данных взяты

из совокупностей, которые следуют нормальному распределению и что обе совокупности имеют одинаковую дисперсию.

Критерий Уэлча – критерий предполагает, что обе группы данных взяты из совокупностей, которые следуют нормальному распределению [2], но не предполагает, что эти две совокупности имеют одинаковую дисперсию. Формула для расчета степеней свободы для t-критерия Уэлча учитывает разницу между двумя стандартными отклонениями. Однако если две выборки имеют одинаковые стандартные отклонения, то степени свободы для t-критерия Уэлча будут такими же, как и степени свободы для t-критерия Стьюдента. Как правило, стандартные отклонения для двух выборок неодинаковы, и, таким образом, степени свободы для t-критерия Уэлча, как правило, меньше, чем степени свободы для t-критерия Стьюдента. Также важно отметить, что степени свободы для t-критерия Уэлча обычно не являются целыми числами. Посчитаем нужные нам значения по нашим выборкам. Статистика t-теста равна 5.8539. Двустороннее значение P равно  $3.6 \times 10^{-8}$ . Поскольку p-значение нашего теста  $3.6 \times 10^{-8}$  меньше, чем  $\alpha = 0,05$ , мы отвергаем нулевую гипотезу теста. У нас достаточно данных, чтобы сказать, что средние значения двух выборок оценок различны.

Оба контрольных мероприятия выполняли одни и те же студенты по одной и той же теме. Если условия проведения контрольных мероприятий в виде контрольной работы и расчетно-графической работы не влияют на полученные результаты, то мы должны были получить равенство числовых характеристик выборок. Мы этого не получили, значит условия проведения влияют, выборки из разных генеральных совокупностей. Происходит это по причине использования студентами при выполнении расчетно-графической работы дополнительной литературы, материалов и решений из интернета.

#### Список литературы

1. Полещук О.М., Комаров Е.Г. Математическая статистика. М.: Изд-во МГУЛ, 2013. 214 с.
2. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. М.: Высшая школа, 2000. 480 с.

#### УДК 674.093

### ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗАГОТОВОК ДЛЯ ПОРУЧНЕЙ ИЗ БЕРЕЗОВЫХ МЕЛКИХ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Овсянникова А.С., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

ovsnastacia@yandex.ru

Научный руководитель: Рыкунин С.Н., д.т.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный консультант: Каптелкин А.А., ассистент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Формирование параметров пиломатериалов, обеспечивающих увеличение спроса и повышение потребительской ценности, способствует теория раскрытия круглых лесоматериалов на пиломатериалы. При этом учет технологических ограничений и

направленность на улучшение технико-экономических показателей отмечается на всех этапах ее развития.

По современным экологическим требованиям применение пластика является нежелательным. В мире ежегодно производится 350 млн тонн пластика [1].

Проблемы его утилизации известны [2]. При изготовлении поручней поверхностный слой пластика можно заменить деталями, изготовленными из древесины березы.

Для производства березовых поручней могут использоваться пиломатериалы или заготовки оцилиндрованные. Заготовки оцилиндрованные имеют преимущество по сравнению с пиломатериалами по следующим показателям:

- сечение заготовки оцилиндрованной по форме ближе к сечению поручня;
- качество древесины заготовок оцилиндрованных выше, так как они производятся из мелких круглых лесоматериалов и в них отсутствуют гнилые, табачные и несросшиеся сучки, также крупные здоровые сучки;
- поверхность заготовок оцилиндрованных находится в заболонной зоне.

Исследование влияния параметров березовых круглых лесоматериалов на объемный выход заготовок для поручней по двум способам их производства выполнялось по методике, предусматривающей нахождение объемного выхода заготовок из:

- мелких круглых лесоматериалов;
- березовых обрезных пиломатериалов, получаемых из березовых средних круглых лесоматериалов.

Основные положения методики следующие:

- 1) рассчитывается объемный выход чистовых заготовок по вариантам;
- 2) сравнивается технология производства чистовых заготовок для поручней по сложности выполняемых операций;
- 3) анализируется влияние цен на мелкие и средние березовые круглые лесоматериалы на выбор технологии производства чистовых заготовок для поручней.
- 4) при выборе варианта технологии производства чистовых заготовок учитывается качество древесины мелких и средних круглых лесоматериалов, влияющее на форму круглых лесоматериалов.

При определении объемного выхода заготовок использовались методы компьютерного имитационного моделирования.

Объемный выход при использовании заготовок оцилиндрованных больше на 10,5 %.

Производство заготовок для поручней из мелких круглых лесоматериалов диаметром 10,5...13 см сводится к выполнению следующих операций:

- формирование сортировочной группы березовых мелких круглых лесоматериалов;
- выработка заготовок оцилиндрованных;
- продольный раскрой заготовок оцилиндрованных на 2 заготовки;
- сушка заготовок до влажности 10 %;
- поперечный раскрой на заготовки длиной 1000...1500 мм;
- формирование профиля поручня на продольно-фрезерном станке;
- комплектация деталей для поручня определенной длины в соответствии со спецификацией.

Процесс производства оцилиндрованных заготовок проще, чем производство обрезных пиломатериалов, так как формируются заготовки одного сечения.

Производство деталей поручней из березовых мелких круглых лесоматериалов диаметром 10,5...13 см имеет следующие преимущества:

Использование пластика для производства деталей поручней заменяется экологически чистым материалом – древесиной.

Технология производства заготовок оцилиндрованных для поручней из березовых мелких круглых лесоматериалов предусматривает получение заготовок оцилиндрованных одного диаметра в отличие от производства пиломатериалов, имеющих в поставе два размера по толщине и значительный диапазон размеров по ширине и длине.

Цена березовых мелких круглых лесоматериалов в 6,8 раз ниже березовых средних круглых лесоматериалов.

Введение в действие ГОСТ 70088-2023 «Бревна и заготовки оцилиндрованные. Технические условия» способствует внедрению предлагаемой технологии.

#### Список литературы

1. Global plastic waste. Dossier. Открытый доступ. URL: <https://www.statista.com/study/65164/plastic-waste-worldwide/> (Accessed 11.04.2023)
2. Potapova E.V. The problem of plastic waste disposal. // Bulletin of the Baikal State University. 2018, № 28, I. 4, pp. 535–544. DOI: 10.17150/2500-2759.2018.28(4).

#### УДК 674.815

#### ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НЕТОКСИЧНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ

Подольный В.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

nl.podolnyy@vk.com

Фролова Ю.Ю., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

swiftkey550@gmail.com

Научные руководители: Мачнева О.П., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

helga35781@yandex.ru

Цветков В.Е., д.т.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

natali-26.05@mail.ru

В настоящее время для получения малотоксичных связующих существует огромное количество различных технологий, но даже они не всегда позволяют получать высокопрочные и экологичные древесные материалы.

Одному из таких приемов посвящена настоящая работа, целью которой является разработка технологии экологически безопасных древесностружечных плит (ДСтП).

Суть предложенного мероприятия сводится к тому, чтобы к клеевой смоле, полученной в реальных производственных условиях, подобрать определенную технологическую добавку, обладающую комплексным действием, а именно, предложенная добавка должна быть одновременно и отвердителем клеевой смолы, и акцептором формальдегида при обработке раствором данной добавки поверхности ДСтП.

В качестве комплексной добавки предложен модификатор, получивший условное обозначение «Д». Данный модификатор представляет собой порошок белого цвета,

водный раствор которого позволяет применять его как в качестве отвердителя для аминоальдегидного связующего, так и в качестве акцептора формальдегида.

Для подтверждения эффективности предлагаемых мероприятий были изготовлены плиты с использованием связующего, основу которого составила синтезированная в заводских условиях аминоальдегидная смола в сочетании с раствором добавки-модификатора «Д» в качестве отвердителя.

Далее было принято решение об изготовлении трех ДСтП при идентичных режимах: температура прессования – 180 °С, давление прессования – 2,5 МПа, расход связующего – 12 %, количество отвердителя «Д» – 3-10%, время выдержки – 8 минут.

Разница в технологиях изготовления плит заключалась в том, что одна плита была изготовлена без использования добавки, в то время как две другие плиты были изготовлены с добавлением 3 и 10 % добавки «Д» соответственно.

Плиты изготавливались при одновременной их загрузке в горячий пресс.

По прошествии времени, необходимого для стабилизации свойств, проводилось изучение физико-механических свойств полученных плит, а также были проведены исследования по определению содержания свободного формальдегида методом WKI и перфораторным способом в специализированной заводской лаборатории.

В ходе проведенных исследований предлагаемая технология изготовления древесностружечных плит показала свою полную эффективность. На это указывают высокие прочностные характеристики, удовлетворительное разбухание по толщине и низкое содержание свободного формальдегида.

По методу WKI плиты соответствуют классу токсичности E1, а по более точному, перфораторному – классу E0,5, что свидетельствует об экологической безопасности полученных ДСтП.

Предлагаемая технология показала свою эффективность, поскольку технологическая добавка «Д» одинаково эффективна и как отвердитель, и как акцептор формальдегида на поверхности плит. Однако данная технологии получения экологически безопасных древесностружечных плит требует некоторой доработки, следовательно, дальнейшие исследования будут направлены на ее совершенствование и адаптацию к реальным производственным условиям [1,2]

#### Список литературы

1. Цветков В.Е., Никитин А.А., Семочкин Ю.А. и др. Свойства композитов на основе меламиноформальдегидных связующих // Клеи. Герметики. Технологии. 2021. № 7. С.30-34. DOI 10.31044/1813-7008-2021-0-7-30-34.
2. Екимова М.Ю., Цветков В.Е., Мачнева О.П. Исследование химического состава аминаформальдегидных материалов ИК-Фурье-спектрометрическим методом. // Клеи. Герметики. Технологии. 2021. № 10. С. 29-32. DOI 10.31044/1813-7008-2021-0-10-29-32.

УДК 81.22

**СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИХ СЛОВСОЧЕТАНИЙ МАТАНАЛИЗА**

Посадсков Д.Н., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

posadskov.dima@bk.ru

Научный руководитель: Червоненко С.М., к.филол.н., ст.преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Целью работы является исследование терминологических словосочетаний математического анализа. Материал извлекался из учебника Г.Н. Бермана «Сборник задач по курсу математического анализа».

Терминология любого научного направления делится на самостоятельные, отдельные слова и словосочетания, включающие два и более слов. В данной работе рассматриваются словосочетания: значение матриц и свойства матриц, определенный интеграл и неопределенный интеграл, первообразный корень, графики функций и т.д.

По нашим наблюдениям терминологические словосочетания из рассматриваемой области организованы по следующим структурным моделям.

Первая модель – согласование, когда «зависимое слово употребляется по форме господствующему» [1]. К этому типу можно отнести словосочетания определенный интеграл, неопределенный интеграл, первообразный корень. Зависимые слова – определенный, неопределенный, первообразный – приобретают форму рода, числа и падежа главного слова и выражены прилагательными, что характерно именно для данного вида синтаксической связи в русском языке. При этом в структуре согласования некоторые терминологические словосочетания, как мы можем видеть, образуют оппозиционные пары, например, определенный интеграл и неопределенный интеграл.

Вторая модель – управление, которое встречается значительно чаще в исследуемом материале. Этот вид синтаксической связи можно наблюдать в словосочетаниях графики функций, значение матриц, свойства матриц, теорема Ньютона-Лейбница. Здесь сразу следует оговориться, что этот вид связи может охватывать разные явления синтаксического соединения, что проявляется в различной степени обусловленности подчиненных форм и в способах выражения, т.е. употребление с предлогом или без него.

Опираясь на исследования П.А. Леканта, изложенные в учебнике «Современный русский язык», модель управления можно подразделить на два подвида: сильное управление и слабое. К сильному управлению, когда семантические и грамматические особенности господствующего слова начинают препятствовать возможности его употребления без зависимого, можно отнести словосочетание значение матриц. Господствующий член выражен существительным, образованным от переходного глагола, обозначает действие и требует родительного падежа без предлога.

К слабому управлению многие ученые относят словосочетания, в которых в качестве господствующего слова выступает существительное с отвлеченным значением. Из приведенных примеров к этому типу будут относиться графики функций и свойства матриц.

Особняком будут стоять такие термины, как теорема Ньютона-Лейбница. Здесь модель «управления» условна, т. к. «господствующее слово выражено конкретным существительным» [2], которое не оказывает влияния на форму подчиненного слова.

Третья модель – примыкание – в исследуемом материале не была выявлена.

Таким образом, можно говорить о разнообразии типов соединения слов в терминологических словосочетаниях математического анализа, об особенностях их поведения внутри синтаксической структуры словосочетания. Терминологическая лексика научной сферы матанализа организована системно, и словосочетание как отдельная структурная единица занимает свое место в этой системе. Из приведенных примеров мы делаем вывод, что вторая модель – управление – частотна и является базовой в организации терминологических словосочетаний математического анализа, при этом модель управления, как показывает языковой материал, может быть не только глагольной, но и именной.

#### Список литературы

1. Современный русский язык. / под ред. П.А. Леканта. М.: Изд-во Дрофа, 2002. 560 с.

#### УДК 004

### **СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ**

Потоцкий Д.Э., студент

МФ МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

potockii.daniil@gmail.com

Научные руководители: Поленов Д.Ю., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Чернобровина О.К., ст.преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Значение энергетики в развитии цивилизации с каждым годом растет, а стремительно развивающаяся автоматизация производственных процессов базируется, прежде всего, на применении электрической энергии.

Для удовлетворения растущих потребностей энергопотребления создаются и совершенствуются способы её генерации. Один из таких способов предлагается авторами-разработчиками настоящей системы.

Цель разработки – создание компактного устройства, способного автономно функционировать в зоне, отдаленной от централизованного энергоснабжения.

Для реализации поставленной цели выбран возобновляемый источник, основанный на преобразовании солнечной энергии, который обладает такими важными характеристиками, как высокая износостойкость, простота в эксплуатации, стабильность работы, надежность конструкции и доступность энергетического ресурса.

В состав системы также включены:

1) микроконтроллер «ESP8266 nodemcu3» с Wi-Fi-интерфейсом, 11 пинами ввода-вывода данных, один из которых аналого-цифровой преобразователь (АЦП);

2) последовательно соединенные аккумуляторные батареи «LG INR18650-MJ1» с зарядом 3500 мА и номинальным напряжением 3.6 В;

3) солнечная панель мощностью 2 Вт и напряжением 6 В, способная проводить ток заряда, примерно равный 10 % емкости аккумуляторной кислотной батареи;

4) зарядное устройство с модулем защиты;

5) делитель напряжения для формирования уровня на входе микроконтроллера. АЦП обладает ограничением по входному напряжению в 3,3 В, а уровень выходного напряжения с батареей составляет от 5 до 8 В. Для получения информации о заряде необходимо расширить диапазон с помощью делителя напряжения. Применен резистор на



680 кОм, второй резистор взят от микроконтроллера, контакт А0 притянут к земле через сопротивление 320 кОм (1). В результате максимальному значению кодов – 1023 – 10-битного преобразователя будет соответствовать значение 10.31 В, вместо 3.3 В (2).

$$\frac{U_{\text{общ}} - 3.3}{680} = \frac{3.3}{320}; \quad (1)$$

$$U_1 = 10.31; \quad (2)$$

6) повышающий DC-DC преобразователь «SX1308», который способен повысить выходное напряжение 3.3В с пина микроконтроллера до необходимых 12 В;

7) МОП-транзистор для включения/отключения LED-ленты.

Система работает следующим образом: аккумулятор обеспечивает питание всех компонентов и заряжается от солнечной панели, через микроконтроллер по команде пользователя выполняется включение/отключение освещения, получение информации через АЦП об оставшемся заряде.

Взаимодействие клиента реализовано на основе Telegram-бота. Во флеш-память ESP8266 зашиваются данные для подключения к Wi-Fi-сети, token для доступа к боту, который отправляет информацию с контроллера, и персональный ID чата, куда будет отправлять команды пользователь.

Подобная реализация позволяет взаимодействовать клиенту с системой на любом расстоянии от нее, главное, чтобы микроконтроллер имел стабильное соединение с интернетом. Значение емкости построено на считывании показаний с АЦП. На основании технической документации [1], где представлена характеристика разряда аккумулятора, была использована формула параболы (3) для определения оставшейся емкости:

$$y = (x - a)(x - b)c \quad (3)$$

где  $x$  – количество кодов с АЦП;  $y$  – процент заряда;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – коэффициенты параболы.

Для определения коэффициентов, составлена и решена система уравнений (4) для 3-х точек параболы – 0 %; 50 % и 100 %.

$$\begin{cases} (794 - a) \cdot (794 - b) \cdot c = 100 \\ ((715 - a) \cdot (715 - b) \cdot c = 50 \\ ((496 - a) \cdot (496 - b) \cdot c = 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$a = 546,843; b = 496; c = 0,001357721 \quad (5)$$

Подставив результаты (5) и считанное с АЦП значение  $x$ , из (3) получаем значение  $y$ .

На основании разработанных структурной и принципиальной схемы, а также алгоритма работы системы, написано советующее программное обеспечение, изготовлен макет системы контроля и управления освещением на основе преобразования солнечной энергии.

#### Список литературы

1. Product specification Rechargeable Lithium-Ion Battery Model: INR18650 MJ1 3500mAh. URL: <https://www.nkon.nl/sk/k/Specification%20INR18650MJ1%202022.08.2014.pdf> (Accessed 29.04.2023).

**УДК 620.197.3****ИЗУЧЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ АГРЕССИВНОСТИ УГЛЕКИСЛОТНЫХ СРЕД**

Привизенцева М.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Maria\_s\_98@mail.ru

Научные руководители: Вагапов Р.К., д.т.н., нач.лаборатории

«Защиты от атмосферной и внутренней коррозии» КНТЦ коррозионного мониторинга и защиты от коррозии ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

kizit@rambler.ru

Олиференко Г.Л., к.х.н. доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

oliferenko2@inbox.ru;

Материалы из металлов под химическим или электрохимическим воздействием окружающей среды подвергаются коррозионному разрушению.

Внутренней коррозии значительно подвергаются объекты транспортировки природного сырья (газопроводы и нефтепроводы), оборудование предприятий топливно-энергетического комплекса, химической и нефтехимической, лесной, целлюлозно-бумажной, гидролизной и лесохимической промышленности. Поэтому исследование коррозионных процессов остается актуальным.

Цель работы – изучение коррозионной агрессивности углекислотных сред и эффективности ингибиторов коррозии в них.

Проблемы коррозионного характера из-за повышенного содержания диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) возникают на нефтегазовых объектах, в трубопроводах, в оборудовании предприятий химической промышленности и предприятий химической переработки древесины [1]. Особую опасность углекислотной коррозии придает то, что ее проявления на стали носят непредсказуемый локальный характер. В связи с этим проблеме коррозионных рисков в результате углекислотной коррозии (УКК) и борьбе ней уделяется повышенное внимание.

Одним из наиболее удобных и распространенных способов защиты металлов от внутренней коррозии в различных агрессивных средах является применение ингибиторов, присутствие которых в коррозионной среде предотвращает зарождение и образование общей и локальной форм коррозии на поверхности металлов [2].

В настоящей работе для защиты использовался промышленный ингибитор коррозии С-9020 (имидазолинового ряда) без добавления и с добавлением деэмульгатора. Следует отметить, что на установках добычи и переработки углеводородов должно происходить разделение смеси «углеводород – вода» с отделением углеводородной части, которое может нарушаться образованием эмульсии. Ингибиторы коррозии, используемые для защиты скважин, технологического оборудования и трубопроводов не должны замедлять процесс сепарационного разделения смеси «углеводород – вода». В противном случае неполное или длительное разделение эмульсии приведет к нарушению технологического режима работы сепарационных установок и может вызвать потери углеводородов.

Применение ингибитора С-9020 без добавления деэмульгатора известно. Для улучшения технологических параметров в ингибитор могут вводиться микродобавки, например, деэмульгатор. Для такого потенциального случая возможного появления

эмульсии в технологической среде в используемый ингибитор С-9020 был добавлен деэмульгатор и изучено ингибирующее действие такого модифицированного реагента.

Гравиметрическим методом проведено исследование УКК в неингибированной и ингибированной испытательных средах образцов стали Ст20, используемой в технологическом оборудовании различных отраслей промышленности. Испытания проводились в динамических условиях (при интенсивном перемешивании среды) для ускорения процессов УКК. Металлические образцы подготавливали в соответствии с ГОСТ 9.506. Гравиметрический метод исследования процесса внутренней коррозии основан на определении потери массы металлических образцов за время их пребывания в испытательной среде. В качестве такой среды использовали смесь, содержащую водный раствор солей ( $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$   $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) с рН около 6 с органическим растворителем (уайт-спиритом) при соотношении водной и органической фазы 5:1. Испытания проводили при повышенной температуре (40 °С и 60 °С), так как повышение температуры также может сильно ускорять внутреннюю коррозию. Испытательную среду продували  $\text{CO}_2$  со скоростью 8 дм<sup>3</sup> /ч в течение 0,5 ч перед внесением образцов и в течение всего времени проведения опыта (6 часов). После выхода установки на рабочий режим (прогрев до заданной температуры, продувка газом) в ячейку с испытательной средой вводили соответствующий ингибитор и металлические образцы. По истечении времени выдержки образцов в коррозионной среде, установку выключали, извлекали образцы, промывали водой. Продукты коррозии удаляли в травильном растворе, затем мягкой резинкой, образцы промывали дистиллированной водой, протирали фильтровальной бумагой, выдерживали в течение часа над влагопоглотителем, затем взвешивали.

Установлено, что при повышении температуры от 40 до 60 °С скорость коррозии увеличивается. Эффективность исследованного ингибитора С-9020 примерно одинакова или несколько ниже при повышенной температуре 60 оС, чем при 40 оС. Добавление деэмульгатора в состав ингибитора коррозии С-9020 не оказывает существенного влияния на его защитные свойства.

#### Список литературы

1. Кантюков Р.Р., Запечалов Д.Н., Вагапов Р.К. Исследование коррозионной активности сред и стойкости используемых материалов в условиях присутствия агрессивного диоксида углерода. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. Т. 64. № 11. С. 793-801. DOI: <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2021-11-793-801>.
2. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Ингибирование сероводородной и углекислотной коррозии металлов. Универсализм ингибиторов., Москва: КАРТЭК. 2011. 244 с.

#### УДК 81-119

#### ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЖАНРА «ПИСЬМА К РЕДАКТОРУ» В ЖУРНАЛЕ AMERICAN FORESTS

Прохоров С.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

stasprokhorov03@mail.ru

Научный руководитель: Маньковская З.В., к.филол.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

В статье рассматриваются лингвистические особенности жанра «Письма к редактору» в журнале American Forests. American Forests – популярное издание,

освещающие темы, связанные с лесным хозяйством и экологией. «Письма к редактору» являются одной из главных рубрик журнала.

«Письма к редактору» относятся к эпистолярному жанру, который характеризуется повествованием в форме переписки, письма, телеграммы [1]. Письма к редактору имеют много общего с другими видами эпистолярной коммуникации, такими как личные письма, однако они, в основном, более формальны и ориентированы на широкую аудиторию. Тем не менее, в отличие от деловых и официальных писем, «Письма к редактору» не требуют строгой формальной лексики или точной структуры и могут иметь эмоциональный характер.

«Письма к редактору» призваны привлечь внимание издателя и аудитории журнала к определенной проблеме, побудить к действию [2]. Они содержат обоснованные и аргументированные мнения и точки зрения читателей. Эти мнения могут быть как положительными, так и отрицательными по отношению к опубликованным материалам.

Примером «Письма к редактору» может служить обращение одного из первоначальных составителей постановления «Об охране лесов округа Саванна-Чатем» Джеймса Х. Кука к журналу *American Forests* под названием «Recognize Past Efforts». Автор письма выражает недовольство относительно ранее опубликованной статьи. В письме присутствует контраст между положительной и отрицательной оценкой автора статьи, который выражается при помощи оценочных средств с положительной коннотацией (наречие «I agree wholeheartedly» [3]); глагол «I commend Ms. McKee for her efforts») и отрицательной коннотацией (прилагательное «The version eventually passed was very weak» [3, с. 27]; глагол «failed to carry on»).

Важным элементом «Письма к редактору» является личностный характер, субъективность. Повествование от первого лица помогает установить связь между автором и читателями. Текст с ярко выраженной индивидуальностью способствует доверительному отношению к автору, восприятию его как эксперта в определенной области. Джеймс Х. Кук использует личные местоимения, в частности местоимение первого лица единственного числа «I», чтобы выразить личное мнение и поделиться своим опытом в разработке и принятии постановления. Например: «I feel I must respond to the article»; «I also strongly support the points made in the article».

В тексте присутствует ссылка на мнение специалиста, позволяющая автору письма подкрепить свои аргументы: «Ask Ms. McKee what it was like to just revise the rules, much less pass a law when there was none!». Подобного рода упоминания придают тексту значимость и частично снимают с автора ответственность за спорные высказывания. В контексте письма использование обращения «Ask Ms. McKee» также является признаком разговорного стиля.

Таким образом, можно сделать вывод относительно особенностей «Писем к редактору»:

- 1) Личностный характер помогает установить связь между автором письма и читателями, сделать текст более доступным и запоминающимся;
- 2) Преобладание элементов разговорного стиля в «Письмах к редактору» делает текст более доступным и понятным для широкой аудитории, что повышает уровень доверия к автору. Это обусловлено тем, что естественная речь создает атмосферу открытости и честности;
- 3) Оценочность помогает автору выразить свою точку зрения при помощи эмоционально окрашенной лексики. При этом автор должен ставить перед собой цель убедить читателей в ее правильности, а не провоцировать конфликт излишней агрессивностью или оскорбительными высказываниями;

4) Аргументативность в письмах к редактору проявляется при помощи фактов и логических аргументов для подтверждения своей точки зрения;

5) ИмPLICITный призыв к действию направлен на то, чтобы читатель не оставался равнодушным к проблеме, прочувствовал ее на личном уровне и задумался над тем, что можно сделать для ее решения.

»Письма к редактору» являются важным инструментом общественной коммуникации и способом выражения гражданской позиции. Они позволяют выразить свое мнение, обсудить важные темы и поделиться мыслями с другими читателями.

#### Список литературы

1. Ивашева В.В. Эпистолярные диалоги. М.: Сов. писатель, 1983. 367с.
2. Козлова Е.А. Жанр «letter to the editor» как вид эпистолярной коммуникации // Вестн. Волж. ун-та им. В.Н. Татищева. 2011. № 7. С. 58-64.
3. Cook J. Recognize Past Efforts. American Forests. 2018. № 124. 27 p.

#### УДК 712

#### **ВЛИЯНИЕ ЦВЕТА НА ВОСПРИЯТИЕ САДОВО-ПАРКОВОГО ПРОСТРАНСТВА**

Рахимов Т.И., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

mr.rahimov.t@mail.ru

Научный руководитель: Васильева О.И., ст.преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

Природа всегда была для человека образцом красоты, порядка и разумности мироустройства. Все виды искусства начинались с подражания природе. В различные эпохи менялось представление человека о своей значимости в мире и природе, то есть о своём «масштабе» и месте, что сказывалось на представлениях о психологическом комфорте [1]. Этого добивались с помощью использования огромного количества различных средств восприятия, а цвет являлся и является одним из ключевых факторов в восприятии окружающего пространства. С его помощью художник может четко обозначить и выделить главные элементы композиции, зрительно увеличить пространство, сделать его искусственно декоративным или, наоборот, максимально приближенным к природе. Например, во времена эпохи средневековья мы наблюдали ограниченное использование цвета. В основном преобладал зелёный цвет и был один контрастный акцент, зачастую в центре всей композиции. В эпоху Возрождения можно увидеть совсем другую картину. Пространство стало соразмерно человеку, и цвет максимально приближал человека к окружающей природе. Сады раннего Возрождения оценили новые приёмы и превратили контраст ближнего плана на фоне молочной дымки отступающего пейзажа панорамы окрестностей в главное композиционное достоинство садового пространства [2]. Цвет использовался для выявления контрастного отрыва ближнего и дальнего планов. В садах эпохи барокко мы наблюдали некое буйство цвета. Такое обилие цвета показывало природное разнообразие. Была утрачена соразмерность форм, звуков, цвета, характерная для эпохи Возрождения. К наиболее выражающим мировосприятие барокко относятся приёмы, иллюзорно раздвигающие границы сада, т.е. превращающие реальную конечность в кажущуюся бесконечность. Дополняет его классицизм, где цвет расширяет границы объекта, так как пространство монументально.

На контрасте стоит эпоха просвещения, потому что ее главными особенностями являются пейзажные сады и отсутствие разрывающих контрастов. Цвет работал на соразмерность и выявление природной пластики рельефа. Преобладало монохромное пространство. В эпоху модерна вся эстетика и художественные законы колористики совсем были утрачены. Но Гертруда Джекилл, как художник, вернула законы художественной колористики в садово-парковое искусство. Так, стали популярны градиентные переходы. Эти, и не только, исторические примеры использования и восприятия цвета в проектировании садово-парковых пространств, сложились под влиянием времени и мировосприятия человека. В дальнейшем влияние цвета расширило свои границы. Современные садово-парковые пространства могут одновременно сочетать в себе сразу несколько приемов из разных эпох. Пространства могут быть как мелкодробленными и сочетающимися в себе многочисленными цветовыми членениями, так и монохромными, объёмными и раздвигающими границы горизонта. Рассмотрим некоторые современные цветовые решения: 1) в парке Галицкого г. Краснодара преобладает сдержанное переливание цветовой палитры оттенков и контрастирование светлых дорожек, где наблюдаются нежные акценты розовых оттенков. Визуализируется чёткость форм на контрастном фоне. В общей композиции данного пространства чувствуется воздух и легкость; 2) связь природы и местной архитектуры ярко выражена в Индустриальном сквере г. Альметьевска. Жёлтые арт-объекты газовых труб объединяют пространство и, одновременно, выделяют в нем локальные ячейки-мизансцены. Яркие узоры на хозяйственных постройках органично связаны с граффити на стенах, что создает коммуникативные связи местной субкультурой района – индустриальной; 3) торговый центр Nicholson Street в Футскри (Австрия) организует линейное общественное пространство на основе цветовой концепции «желтая лента». Жёлтые пятна имеют сложную геометрию и прерывистый характер, что не мешает воспринимать их как цельную «ленту». Окраска мощения играет двоякую композиционную роль – объединяющую и, одновременно структурирующую пространство. Контрасты по светлоте ахроматической гаммы бетона (мощение) также используются как графический язык, формирующий условный пейзаж с островами и жёлтой рекой [3].

Рассмотренные примеры позволяют сделать вывод об устойчивости цвето-пространственной организации ландшафтных объектов, применяемых в садово-парковом искусстве. Ретроспектива развития применения цвета в садово-парковых пространствах наглядно демонстрирует, что его переосмысление было обязательным для достижения созвучия со временем. В каждом случае необходим выбор приёмов цветовой организации, связанный со спецификой исходной градостроительной или ландшафтной ситуации. Результаты этих исследований также показывают, что в каждой ситуации появляются индивидуальные цветовые решения.

#### Список литературы

1. Дормидонтова В.В. История садово-парковых стилей.: учеб. пособие для вузов М.: Архитектура-С, 2004. 208 с.
2. Захаренкова З.И., Исмагулова А.Г., Рахимов Т.И. Трансформация исторических элементов ландшафтной архитектуры. Материалы XIV Международной научно-технической конференции / Минобрнауки РФ, УГЛТУ. Екатеринбург. 2023. С. 570–577.
3. Ларичева А.С., Лапшина Е.А. Современные концепции цветовой организации линейных рекреационных пространств города // Современное строительство и архитектура. 2021. № 1 (21). С. 5–11.

**УДК 684.4.059.1****К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ БЛЕСКА НЕПРОЗРАЧНЫХ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ БЛЕСКОМЕРАМИ С РАЗЛИЧНЫМИ УГЛАМИ ПАДЕНИЯ-ОТРАЖЕНИЯ СВЕТА**

Реутова М.Г., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

mrkillereut@mail.ru

Научные руководители: Завражнова И.А., к.т.н., доцент,

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

Рыбин Б.М., д.т.н., профессор;

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

В настоящее время в отечественной и зарубежной практике отсутствуют объективные методы оценки блеска непрозрачных цветных защитно-декоративных покрытий. Сложность заключается в том, что на показания блескомеров оказывают влияние факторы, связанные с микрогеометрией контролируемых поверхностей [1], от которых зависит характер отражения падающих лучей света, а также факторы, связанные с цветовой характеристикой непрозрачных покрытий [2]. К ним относятся длина волны отраженного света, светлота и насыщенность цвета. Обычно цветовая гамма отраженного светового потока от контролируемой поверхности покрытия представляет собой не монохроматический цвет, а смесь нескольких цветов. В практике отсутствует информация о методике расчета диапазона длин волн при оптическом смешивании двух и более спектральных цветов видимого электромагнитного излучения. Иногда цвет покрытия получается при смешивании определенного цвета, характеризуемого диапазоном длин волн, с белым светом (цветом). В практике отсутствует информация, относящаяся к характеристике белого света (цвета) по длине волны.

Видимый спектр электромагнитного излучения представляет собой последовательный непрерывный переход одного цвета в другой. В квантовой механике такой переход цвета должен осуществляться дискретно, т.е. определенными энергетическими порциями. При этом осуществляется орбитальный переход электронов в атоме вещества. Рассматривая дискретный характер такого перехода, используя закономерность Бальмера, а также боровскую модель атома водорода, возможно представить непрерывный спектр излучения в зависимости длины волны от среднестатистического радиуса нахождения электронов при переходе с одного уровня орбиты на другую [3].

Без проведенной проработки цветовой модели видимого спектра электромагнитного излучения и решения указанных задач, трудно обосновать процесс отражения света цветной поверхностью при контроле светового потока под определенным углом. Проведенная работа позволила расширить диапазон факторов, оказывающих влияние на показания блескомеров с углом падения-отражения света 20°, 60° и 85°. На их показания существенное влияние оказывает светлота и насыщенность цвета контролируемой поверхности. В практике применения их для оценки блеска цветных покрытий следует отработать методику коррекции показаний на светлоту и насыщенность цвета контролируемой поверхности.

## Список литературы

1. Рыбин Б.М., Завражнова И.А., Рыбин Д.Б. К вопросу стандартизации метода определения блеска прозрачных лаковых покрытий на древесине и древесных материалах // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2020. №2. С. 57-67.
2. Брилл Т. Свет: воздействие на произведения искусства / пер.с англ. М.: Мир, 1983. 307 с.
3. Кошкин Н.И., Ширкевич М.Г. Справочник по элементарной физике. Издание пятое, переработанное и дополненное. М.: Издательство «Наука». Главная редакция физико-математической литературы, 1972. 256 с.

**УДК 608****СЕТЧАТЫЕ КОНСТРУКЦИИ ВЛАДИМИРА ГРИГОРЬЕВИЧА ШУХОВА. ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ**

Седрисев И.Д., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

sedrisev@mail.ru

Научный руководитель: Тихвинский П.Н., ст.преподаватель,

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Владимир Григорьевич Шухов (1853 –1939) – российский и советский инженер, архитектор, изобретатель, учёный; член-корреспондент и почётный член Академии наук СССР, лауреат премии имени В.И. Ленина, Герой Труда. Автор проектов и технический руководитель строительства первых российских нефтепроводов и нефтеперерабатывающего завода с первыми российскими установками крекинга нефти. Внёс большой вклад в технологии нефтяной промышленности и трубопроводного транспорта.

В. Г. Шухов первым в мире применил для строительства зданий и башен стальные сетчатые оболочки. Шухов ввёл в архитектуру форму однополостного гиперboloида вращения, создав первые в мире гиперboloидные конструкции.

Действительно, Владимир Георгиевич был очень прогрессивным человеком своего времени. Его изобретения приходились на разные области промышленности. Этот человек интересовался инженерным делом еще в юности, когда на даче у своей бабушки собственноручно сконструировал фонтан и пусть маленькую, но полностью рабочую водяную мельницу.

Своё обучение юный Володя начинал в Санкт-Петербургской Гимназии № 5. Но, действительно научный подход к вещам он приобрел в Императорском Московском Техническом Училище (ныне Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана), куда поступил на инженерно-техническое направление. Именно благодаря особой атмосфере и вниманию передовых деятелей науки Владимир Григорьевич стал тем, кем он стал для всей Российской и Советской науки. Обучаясь на последнем курсе училища, студент Шухов уже патентует своё первое изобретение: паровую форсунку. В 1876 г. с отличием закончил обучение в ИМТУ, после чего участвовал в ряде международных технических выставок, где знакомился с передовыми разработками и людьми, которые их воплощали в жизнь [1].

Хочется сделать акцент на, пожалуй, самом главном изобретении Владимира Григорьевича. О разработанных им и применённых непосредственно на практике стальных сетчатых и гиперboloидных конструкциях.



Сетчатые конструкции Шухова – это революционный подход к архитектуре и инженерному дизайну. Сегодня, более 100 лет спустя, эти конструкции не только остаются впечатляющим примером инновационного подхода к архитектуре, но и на данный момент активно используются в тех отраслях промышленности, которых при жизни Владимира Георгиевича Шухова не существовало. Например, сетчатые конструкции используются в ракетостроении. Они имеют ряд преимуществ даже в сравнении с разработанными после жизни Шухова композиционными материалами. Легкость и прочность делают их идеальными для использования в космических аппаратах и ракетах, где каждая дополнительная унция имеет значение для достижения максимальной эффективности. Сетчатые конструкции позволяют так изменить конструкцию ракеты, что появляется возможность запускать с прежним двигателем более массивную рабочую часть ракеты. Это применяется как в гражданском, так и в военном ракетостроении, как в России, так и за рубежом.

Одним из примеров использования сетчатых конструкций Шухова в современном ракетостроении является космический многоразовый ракетоплан Space Ship Two, разработанный компанией Virgin Galactic. Space Ship Two использует сетчатую конструкцию для создания крыла, которое может менять свою форму и угол атаки во время полета. Это позволяет увеличить подъемную силу и управляемость самого ракетоплана, что делает его более эффективным в использовании [2].

Еще одним примером использования сетчатых конструкций Шухова в ракетостроении является проект Breakthrough Starshot, при поддержке бизнесмена Юрия Мильнера. Breakthrough Starshot – это инициатива, направленная на исследование звездных систем и поиски жизни в других галактиках. Для этого проекта планируется использовать небольшие микроскопические зонды, которые будут отправлены на исследование других галактики. Сетчатые конструкции Шухова могут быть использованы для создания каркаса корабля, который будет достаточно прочным и легким для достижения максимальной скорости и эффективности при выполнении такого сложного задания.

Сетчатые конструкции Шухова – это пример того, как инновационные идеи могут оказать влияние на множество отраслей, в том числе и на такие сложные и технологичные отрасли, как ракетостроение. Технологии и инженерный дизайн Шухова продолжают вдохновлять создателей различных инновационных проектов во всем мире, и мы можем только ждать новых потрясающих решений на их основе [3].

#### Список литературы

1. Шухова Е.М. Владимир Григорьевич Шухов. Первый инженер России. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 368 с.
2. Металлические конструкции академика В.П. Шухова / сост. И.А. Петропавловская; отв. ред. В. П. Мишин. М.: Наука, 1997. 110 с.
3. Белова Н.А. В.Г. Шухов – корифей русской инженерии // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания: материалы III региональной студенческой научно-практической конференции / Мин-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. С. 16-18.

**УДК 629.1****СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДАМИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА**

Семенков А.П., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

arseniy.sm@list.ru

Научный руководитель: Дыгало В.Г., д.т.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

При разработке мобильных роботов, существует потребность управления различными типами движителей и большим их количеством с возможностью модернизации уже имеющейся системы управления.

Необходимо в комплексное решение, сочетающее в себе следующие возможности:

- управление большим количеством различных типов движителей;
- интеграция в существующие решения;
- масштабируемость и расширение функциональных возможностей;
- надежность и отказоустойчивость;
- возможность использования микроконтроллеров для достижения требуемого уровня отзывчивости при использовании меньших вычислительных мощностей;
- совместимость с современными открытыми импортонезависимыми библиотеками (ROS, ROS mini);
- возможность работы с одноплатными компьютерами, имеющими стандартизованный интерфейсный разъем.

Цель работы – разработка системы управления приводами мобильного робота.

В рамках исследования по разработке системы управления приводами мобильного робота реализованы устройства на основе разомкнутой системы управления без обратной связи [1].

В качестве приводов мобильного робота использованы синхронные бесколлекторные электродвигатели с контроллером. Платформой, на базе которой была реализована система управления, выступала малая гусеничная машина.

Первое устройство было реализовано на двух отладочных платах «Arduino», сборках реле, внешнего цифроаналогового преобразователя, пульта дистанционного управления. Данное решение выполнило задачи дистанционного управления приводами мобильного робота. Тем не менее, такое решение имеет ряд недостатков, а именно: большое количество проводных соединений; сложность в программировании (одновременное программирование двух плат); низкая скорость переключения режимов работы приводов; помехи показаний пульта управления.

Учитывая опыт и недостатки первого решения, был предложен другой вариант, основанный на отладочной плате «ESP32 Lolin» [2], операционном усилителе, транзисторных сборках и телефоне в качестве устройства управления. Решение имеет ряд преимуществ: минимизировано количество проводов за счёт уменьшения количества используемых компонентов, упрощено создание программ (программировать нужно одну плату), увеличилась отзывчивость системы за счёт перехода на транзисторные сборки, повысилось качество управляющего сигнала при использовании смартфона. Для взаимодействия с устройством было создано мобильное приложение в среде визуального программирования «AppInventor2» [3].

Текущие решения позволяют управлять только малым количеством движителей и не имеют обратной связи, что ограничивает возможность сделать работу приводов энергоэффективной [1]. Визуальный контроль движения осуществляется оператором.

С целью улучшить предыдущие решения разработан третий вариант в виде единого модуля управления приводами. Разработана электрическая принципиальная схема, и на её основе выполнена печатная плата. Один модуль способен управлять до 8 бесколлекторными двигателями, горизонтально масштабируется (возможно объединить несколько модулей в одну систему), может работать в связке с микрокомпьютерами типа «Raspberry pi», имеет возможность прямого подключения дополнительно оборудования в виде камеры и флеш-накопителя. Благодаря наличию модуля камеры, контроль возможно осуществлять удалённо, а при наличии флеш-накопителя – вести запись телеметрии в удобной форме для последующей обработки и отладки.

Таким образом, в данной работе проведено исследование, разработан и реализован наиболее перспективный вариант системы управления приводами мобильного робота, на основе которого возможно создание масштабируемых систем управления.

#### Список литературы

1. Рассказчиков Н.Г. Теория автоматического управления. Владимир: Владим. гос.ун-т., 2012. 261 с.
2. Официальная документация по микроконтроллеру ESP-WROOM-32 URL: [https://cdn.compacttool.ru/downloads/esp32\\_datasheet\\_V3.0\\_2019.pdf](https://cdn.compacttool.ru/downloads/esp32_datasheet_V3.0_2019.pdf) (Дата обращения 11.04.2023)
3. Документация по разработке в AppInventor2 URL: <http://appinventor.mit.edu/explore/library> (Дата обращения 11.04.2023)

#### УДК 712

### УСАДЬБА ШЕРЕМЕТЕВЫХ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Смирнова А.В., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

asyarptplf146@gmail.com

Научный руководитель: Гришина Н.Ю., ст. преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Усадьба Шереметевых расположена в историческом центре старинного поселка Юрино Юринского района Республики Марий Эл. Поселок находится в 220 км от столицы республики – города Йошкар-Ола. Юрино расположен на левом берегу р. Волги, в 4 км к западу от современного устья р. Ветлуга.

Стоит начать с истории владельцев усадьбы. Первым хозяином этих мест был адмирал Федор Алексеевич Головин, которому пожаловали земли за заслуги. Следующим собственником стал Никита Демидов и его сын Николай. Далее владельцами стал Жеребцовы Александр (действенный камергер двора его Величества) и его супруга Ольга, которая овдовев, продала землю в 50 га и 1076 душ за 350 тысяч рублей генерал-майору Василию Сергеевичу Шереметеву [1].

Василий Сергеевич приходился внучатым племянником графу Борису Петровичу Шереметеву, сподвижнику Петра I. Юринские крестьяне имели земли низкого качества,

поэтому предпочитали заниматься различными промыслами – толчея, 10 водяных и ветряных мельниц, пасека. В 1827 г. Шереметевым построен конный завод и суконная фабрика. В 1835 г. владельцем становится сын Василия Сергеевича – Сергей. В селе насчитывалось 92 двора. В это время начался новый этап экономического развития – построен стекольный завод, продукцию которого продавали на Нижегородской ярмарке за 15 тысяч рублей серебром в год; разводили крупный рогатый скот, в последующем из него получили знаменитую в Поволжье породу, начал свое развитие винокуренный завод. Во время отмены крепостного права Сергей Васильевич начал гонения на рабочих и за это его лишили права управления имением и отдали его в опеку (под государственный надзор). После его смерти прямых наследников не осталось, поэтому дальше имение перешло в руки племянника – Василия Петровича, который сразу вступил в управление имением. При данном хозяине начали функционировать: крупное луговое хозяйство, оранжереи, сады, маслобойная и суконная фабрики, конный завод. Василий Шереметев и его супруга Ольга Дмитриевна, урожденная Скобелева, внесли вклад в культурное развитие Юрино. Открыто сельское училище, начальная школа, Министерское двухклассное училище, почта [2].

История происхождения усадьбы. Первые зафиксированные планы будущего замка датируются 1835 годом. Основными строителями были Василий Петрович и Ольга Дмитриевна, фрейлина Высочайшего двора, сестра «белого генерала» Михаила Дмитриевича Скобелева, она была сестрой милосердия, писала стихи и музыку. Строительство усадьбы началось в 1874 г., параллельно велись работы по сооружению служебных помещений и хозяйственных корпусов. В 1882 г. началось строительство кирпичной крепостной стены. Благоустроивали парк и оранжерею. Часть замка в стиле поздней неоготики была возведена под руководством Р. Мюллера – архитектора из Германии, также принимали участие: А. Парланд, А. Корш, А. Штерн. С начала XIX века к работе присоединяются С. К. Родионов, П. П. Малиновский. По заказу сына Василия Шереметева – Петра, компания «Сименс-Гальске» в 1880 г. начал проводить электрификацию строения. В 1905 г. появилась канализация, водопровод и телефонная связь. В убранстве усадьбы просматриваются восточная и западноевропейская готика, древнерусская и романская архитектура. Стены замка облицованы красно-черным кирпичом. В центре сада внутри замка находилась огромная пальма. Для камина в Большой гостиной использовали плиту, обнаруженную во время раскопок в Помпее, а в восточном кабинете, оформленном в персидско-азиатском стиле, были использованы колонны из малахита. Также в усадьбе была собрана огромная картинная галерея, в которой были представлены Айвазовский, Брюллов, Рокотов, Боровиковский, Рембрандт [1].

Усадьба была окружена двумя великолепными парками. На юге находился регулярный парк, состоящий из партера с фонтаном, который делился на две части и заканчивался посадкой из сосен. На севере располагался пейзажный парк, во много больше превосходивший южный по размеру. В советское время он особенно пострадал – было выстроено много зданий, полностью искаживших его облик [3]. К настоящему времени не сохранилось значительная часть исторических насаждений, скульптур, статуя Черномора из фонтана. Утрачены некогда богатые цветники и сильно обеднен видовой растительный состав.

Замок Шереметева является важным объектом для поселка Юрино. Благодаря ему процветает туризм – почти единственный способ для заработка местных жителей. Открываются кафе, столовые и магазины, в самом замке есть гостиница и проводятся экскурсии. Сохранившиеся архитектурные элементы и территория парка могут стать основой для восстановления комплекса как основы туристического и рекреационного

объекта поселка, что позволило бы повысить качество жизни местных жителей и привлечь дополнительные средства.

#### Список литературы

1. 10 фактов о замке Шереметьева в Марий Эл. URL: <https://silkway12.ru/journal/sheremetyev-castle?ysclid=lfwabifh68871570574> (Дата обращения 05.04.2023)
2. Дворец Шереметьевых в Юрино. URL: <https://arch-heritage.livejournal.com/1866123.html?ysclid=lgbc4cgrj9159130277> (Дата обращения 05.04.2023)
3. Кислов К.А. Юрино. Усадебно-архитектурный памятник. Йошкар-Ола: Изд-во «М-во культуры Респ. Марий Эл, Центр нар. творчества», 1995. 67 с.

#### УДК 658.8

#### ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЦВЕТА В МАРКЕТИНГЕ И БРЕНДИНГЕ

Стрепетова С.В., студент

МФМГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

sofiyastrepetova27@mail.ru

Научный руководитель: Тихомиров Е.А., к.э.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Исследование психологических аспектов цвета показывает, как цветовая гамма влияет на восприятие бренда и его продуктов потребителями. Цвет может вызывать эмоции, ассоциации и поведенческие реакции у потребителей. Правильное использование колористики может помочь компаниям улучшить свой брендинг, привлечь больше клиентов и увеличить продажи.

Одним из важных аспектов в продвижении продукции является цвет упаковки. Упаковка продукта, как дисциплина графического дизайна, сама по себе является отраслью. Он разрабатывает цветные упаковки для определенных товаров и изучает, как на них реагируют потребители. Люди делают подсознательное суждение о продукте менее чем за 90 секунд просмотра, и большинство из этих людей основывают эту оценку только на цвете. Фактически, почти 85 % потребителей называют цвет основной причиной, по которой они покупают тот или иной продукт, а 80 % людей считают, что цвет повышает узнаваемость бренда [1]. При выборе цвета субъекту рынка важно обращать свое внимание на следующие виды типичных ошибок:

1. Нерациональное использование цветовых решений без обоснования на основе интуиции и стереотипов является распространенной ошибкой среди малых и средних предприятий. Они часто используют стандартные цветовые приемы, основанные на общемировых дизайнерских трендах или шаблонах. Это приводит к недостаточному приданию значения цветовой коммуникации в маркетинге;

2. Применение слишком простых цветовых решений может вызвать негативную реакцию у потенциальных потребителей, если используемые методы и инструменты не соответствуют высокому качеству. Например, многие компании используют красный цвет, чтобы стимулировать спрос, но это может вызвать негативную реакцию у потребителей;

3. При выборе цветовой гаммы для продукции необходимо учитывать социально-культурные особенности потребителей. Каждая культура имеет свою историческую традицию восприятия цвета, связанную с религией и этническим развитием. Поскольку

каждая культура имеет свои уникальные ментальные представления, необходимо учитывать, что представления о цвете могут отличаться в разных странах и общностях;

4. Стоит обращать внимание на гендер целевой аудитории бренда. Одной из распространенных ошибок маркетологов является игнорирование гендерных различий при выборе цветовой гаммы для фирменного брендинга или рекламных материалов.

Каждый цвет имеет свои уникальные ассоциации и может вызывать разные эмоции у потребителей:

- красный ассоциируется с энергией, страстью, силой и опасностью. Применяется, чтобы привлечь внимание и вызвать чувство срочности;

- оранжевый ассоциируется с теплом, энергией и радостью;

- желтый ассоциируется с солнцем, радостью и оптимизмом;

- зеленый ассоциируется с природой, здоровьем и успехом;

- синий ассоциируется с надежностью, лояльностью и спокойствием;

- фиолетовый ассоциируется с роскошью, утонченностью и таинственностью.

Важно понимать, что эти ассоциации могут варьироваться в зависимости от культуры, возраста и пола потребителей. Поэтому, чтобы выбрать наиболее эффективную цветовую схему для рекламной кампании, маркетологи должны проводить исследования и анализировать свою целевую аудиторию.

Бренду важно создавать работающую цветовую схему. Когда бренд использует консистентную цветовую схему на всех своих материалах, это помогает создать узнаваемость и доверие у потребителей. Компания может брать за основу уже существующие цветовые схемы и с их помощью подбирать удачные цветовые коллаборации. [2].

Монохромная цветовая схема – это использование только одного цвета и его различных оттенков в дизайне. Такой подход может быть очень эффективным в продвижении, потому что позволяет создать простой, но мощный образ бренда. Аналоговая цветовая схема – это сочетание цветов, которые находятся рядом друг с другом на цветовом круге. Она создает гармоничный и спокойный эффект, поскольку цвета в этой гамме имеют общий оттенок и тон. Триадная цветовая схема, в этой схеме предлагается использовать три цвета, расположенных на углах треугольника, который находится внутри цветового круга или рядом с ним. Эта цветовая схема широко используется дизайнерами при создании рекламных макетов и считается наиболее популярной и эффективной. Комплементарная цветовая схема – это сочетание двух цветов, расположенных на противоположных сторонах цветового круга. Такие цвета создают контраст и дополняют друг друга, что делает их более яркими и выразительными.

Таким образом, логически обоснованное и подкрепленное психологическими исследованиями использование цвета должно стать неотъемлемой частью маркетинговых коммуникаций, поскольку оно положительным образом скажется на привлечении потенциальных покупателей, а, следовательно, и увеличении объемов продаж.

#### Список литературы

1. How colors affect consumers. Product Perceptions URL: <https://evansonmarketing.com/2014/05/02/how-colors-affect-consumers-product-perceptions/> (Accessed 11.04.2023)
2. Краснощеков В.А. Рекламный дизайн и его роль в обществе потребления // Социальные новации и социальные науки. 2022. № 3. С. 74–85.

**УДК 712****ПОТЕНЦИАЛ СОЗДАНИЯ ПАРКОВ НА НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

Ульянова Е.Е., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

imbbohan@mail.ru

Научный руководитель: Дормидонтова В.В., к.арх., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

В Москве расположено свыше 15000 га промышленных территорий, из которых почти 2000 га признаны пригодными для реализации проектов комплексного развития территорий [1]. Исторически предприятия строились на периферии города. Однако с высокой скоростью индустриализации и быстрого роста населения бывшая периферия города стала его центром. Оказавшиеся в центре, промышленные территории были закрыты из-за сильного отрицательного воздействия на жилые кварталы, расположенные рядом. В результате в центре города образовались большие пустующие территории, которые могли бы стать местом притяжения жителей – объектами ландшафтной архитектуры общего пользования.

При содействии Правительства Москвы было обследовано 100 % промышленных территорий столицы площадью 15000 га. Часть из них занята работающими предприятиями, часть – объектами деловой и другой застройки. Треть промзон не используется по назначению – это почти 5400 га, из которых потенциальными для развития города признаны 1900 га. По прогнозам проекта по редевелопменту промышленных территорий «Индустриальный квартал», жилая застройка займет около 1100 га. Вместе с тем будут построены более 90 социальных объектов – не менее 40 школ, около 50 детских садов и 5 новых храмов. Особое внимание будет уделено физкультурно-оздоровительным комплексам. Также ранее заброшенные промзоны ждет масштабное озеленение. Парковые группы, аллеи и скверы займут не менее 320 га их территорий [1].

Целью исследования является разработка концепции развития объектов ландшафтной архитектуры на нарушенных и восстановленных бывших промышленных территориях г. Москвы. Для этого ставятся следующие задачи: 1) изучение современных исследований по реконструкции заброшенных территорий; 2) изучение эффективных факторов устойчивого восстановления зеленых насаждений на рекультивируемых почвах; 3) анализ успешной международной и отечественной практики и опыта восстановления городов на постпромышленных территориях.

Для разработки проектов на территориях бывшей промышленности следует выполнить СВОТ-анализ. Плюсы – большая площадь, интересный рельеф, транспортная доступность. Минусы – загрязнение почвы, бедный плодородный слой, высокая стоимость мероприятий по благоустройству [2]. Возможности – создание интересного пространства, создание водного объекта. Угрозы – обвалы, трудности с земляными работами. Стоимость проекта по рекультивации ландшафта высокая, однако, после благоустройства увеличится баланс озеленённых пространств и снизится негативное воздействие на окружающую среду. К тому же, в ближайших районах повысится спрос на недвижимость, ведь комфортность проживания станет намного выше (так как благоустроенный парк лучше заброшенного карьера или свалки мусора).

В последние тридцать лет в мире активно развивается процесс рекультивации и редевелопмента нарушенных территорий, создан ряд постпромышленных парков [3],

эффективность которых уже можно оценить, а технологические и композиционные средства изучить.

Выводы из анализа текущей ситуации следующие:

- промышленные территории, которые в ходе роста г. Москвы оказались в непосредственной близости к центру, негативно влияют на прилегающие территории;
- заброшенные и практически не функционирующие промышленные территории обладают рекреационным потенциалом и требуют рекультивации и редевелопмента;
- накопленный опыт может быть изучен для дальнейшего проектирования объектов ландшафтной архитектуры на нарушенных территориях.

#### Список литературы

1. Как преобразятся старые столичные промзоны // Главные новости. Газета.ру URL: <https://m.gazeta.ru/business/2021/04/22/13568492.shtml?ysclid=lfpdxd3kh539164381> (Дата обращения 30.03.2023).
2. Чернышенко О.В. Аккумуляция металлов древесными растениями в городских экстремальных условиях // Лесохозяйственная информация. 2000. № 9-12. С. 24-28.
3. Dormidontova V., Belkin A. The use of post-industrial areas in the formation of the recreational environment of the city // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vladivostok. 2018. pp. 032091.

#### УДК 630\*902

#### КАРЛ ФРАНЦЕВИЧ ТЮРМЕР КАК ЛЕСОВОД-ПРАКТИК

Усманова В.Д., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

[u.valeriia01@mail.ru](mailto:u.valeriia01@mail.ru)

Научный руководитель: Мельник П.Г., к.с.-х.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Практическая деятельность лесовода Тюрмера является образцом классического ведения лесного хозяйства в средней полосе России. Карл Францевич Тюрмер родился 2 сентября 1824 г. в Силезии (Германия) в бедной крестьянской семье. Окончив сельскую школу, Тюрмер с одиннадцати лет начал работать в лесу, а в девятнадцать был успешно экзаменован на должность лесничего. В 1853 г. он переехал в Россию, и вся его дальнейшая жизнь связана с российским лесоводством. Он занимался выращиванием быстрорастущих и высокопроизводительных лесов, отдавая предпочтение искусственному лесовозращению. К. Ф. Тюрмер руководил лесным хозяйством у графа Алексея Сергеевича Уварова (Порецкая лесная дача) и у графа Владимира Семеновича Храповицкого (Муромцевские лесные дачи). Тюрмер применял различные технические приемы и выращивал разные типы лесных культур, исходя из условий местопроизрастания и биологических особенностей пород. Не меньшее значение имели тщательность выполнения всех работ и плановость лесокультурных мероприятий [1].

Посадку Тюрмер осуществлял в плуговые гребни. Для этого он сконструировал специальный сажальный кол, который в дальнейшем стал называться «колом Тюрмера». Основным методом создания культур у Тюрмера утвердился метод посадки. Посадочный материал выращивался на временных питомниках, для получения семенного материала в лесной даче была устроена семеновсушильня.



Тюрмер жил недалеко от церкви. Вставал он очень рано и сразу же в лесной конторе начинал текущие дела. С 9 часов утра и до обеда он на телеге проезжал по заранее намеченным им участкам лесной дачи, где осматривал насаждения и проверял технику выполнения лесохозяйственных распоряжений. В лесной конторе велось 6 книг: 1) кассовая, для внесения всех текущих денежных расходов и доходов; 2) книга ярлыков, где записывался прием заготовленного материала; 3) чековая книга; 4) материальная книга, где записывались сведения о количестве заготовленного в каждом квартале материала; 5) расчетная книга; 6) книга самовольных порубок и штрафов.

На основании этих книг регулярно составлялись месячные и годовые отсчеты.

Тюрмерский лес – один из самых известных рукотворных лесов в нашей стране. Средняя высота деревьев – 45 метров, а диаметр стволов более 60 сантиметров. План ведения лесного хозяйства, составленный знаменитым лесоводом Карлом Францевич Тюрмером, предусматривал ежегодно получать 4,0 м<sup>3</sup>/га древесины в год, выше интенсивность лесопользования была только в знаменитой Никольской лесной даче [2].

Посадки К.Ф. Тюрмера считаются памятником лесокультурного дела в России, на сегодняшний день – это гордость отечественного лесоводства. Сейчас этот искусственный лес отнесен к особо охраняемым природным территориям – заказнику областного значения «Лиственничные насаждения имени К.Ф. Тюрмера в Порецком лесничестве».

Изучение лесокультурного опыта К.Ф. Тюрмера позволило определить, что успеху лесокультурного дела способствовала исключительно высокая и тщательная агротехника; правомерность интенсивных рубок ухода в молодняках; выращивание высококачественного посадочного материала. Прделаны работы по внедрению лиственницы европейской судетской формы. Созданы искусственные насаждения смешанных типов лесных культур из хвойных пород, позволяющие наиболее полно использовать экологическую ёмкость лесокультурных площадей [1]. Определено, что тип лиственнично-еловых лесных культур с пониженной густотой посадки способствует формированию высокопроизводительных насаждений, достигающих запаса стволовой древесины свыше 1300 м<sup>3</sup>/га [3].

Тюрмер К.Ф. умер 11 сентября 1900 г. (от простуды). После смерти его перевезли в Поречье и похоронили у церкви Рождества Богородицы. Сейчас памятник располагается возле здания Порецкого участкового лесничества, которое носит его имя.

#### Список литературы

1. Мерзленко М.Д. Карл Францевич Тюрмер. М.: Изд-во Московского университета, 1986. 62 с.
2. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Опыт лесоводственного мониторинга в Никольской лесной даче. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015. 112 с.
3. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Маликов А.Н. Динамика роста лиственнично-еловых лесных культур К.Ф. Тюрмера // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. Т. 24. № 2. С. 11–16. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-2-11-16.

**УДК 712.253**

**АРХИТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НАБЕРЕЖНЫХ**

Устинкина Е.В., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

ustinkinayelena@mail.ru

Научный руководитель: Дормидонтова В.В., к.арх., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

На рубеже XX-XXI вв. в ландшафтной архитектуре постепенно произошло формирование новой системы композиционных приемов, посредством которых создается новый тип пространственной организации, как частных садов, так и объектов городского озеленения. Новый тип пространственной организации выражается в открытых асимметричных, динамически уравновешенных полицентрических композициях [1].

Набережная – особый вид открытого городского пространства линейной конфигурации, примыкающего к берегу водоема. Городскую набережную проектируют как сооружение, объемно-планировочное решение которого должно быть самым тесным образом связано с окружающей застройкой и планировкой прилегающих территорий.

Для анализа отечественного опыта проектирования архитектурно-ландшафтной среды городских прибрежных территорий выбраны две набережные, расположенные в городе Москва, Шелепихинская и Крымская.

Несмотря на общую цель, заключающуюся в организации комфортной архитектурно-ландшафтной среды на прибрежной территории, перед проектировщиками рассматриваемых набережных стояли разные локальные задачи.

Шелепихинская набережная простирается вдоль левого берега Москвы-реки. В 60-х гг. набережная находилась в пределах промзоны: тут располагались заводы по производству железобетонных конструкций. Однако, в 2013 г. ситуация изменилась – на территорию обратила внимание строительная компания «Донстрой» и возвела на этом месте несколько жилых высоток, а также облагородила набережную [2].

В данном случае стояла задача организовать территорию возле жилого комплекса, насыщенную необходимыми функциями, и в то же время, предусмотреть пространства несколько изолированные от большого скопления людей. В связи с этим проектировщики разделили набережную на несколько зон, таких как: зона тихого отдыха, общественная многофункциональная зона и зона активного времяпрепровождения. С одной стороны, набережная ограничена жилыми зданиями, а с другой, вдоль береговой линии, архитекторы решили сохранить имеющиеся ранее насаждения и таким образом ограничить набережную с двух сторон, создав ощущение камерности. Камерность пространства подчеркивается также такими малыми архитектурными формами как консольные площадки с видом на реку для уединенного отдыха. Цветовое решение мощения и малых архитектурных форм выполнено в оттенках теплой, природной гаммы и продиктовано окружающей архитектурой.

Пространство между пирсом и жилыми зданиями используется в качестве активной прогулочной зоны. Вдоль дорожек размещены детские площадки и зоны тихого отдыха.

Все зоны набережной связаны в единый маршрут благодаря прямолинейному транзитному пути, проходящему вдоль всей набережной и вымощенному контрастной черно-белой плиткой.

Крымская набережная – это один из этапов благоустройства набережных Москвы-реки. С самого начала концепция подразумевала создание пешеходного пути,

соединяющего Нескучный сад, Воробьевы горы и Парк Горького в единую прогулочную зону, и Крымская набережная является составляющей этого маршрута [3]. Соответственно данная территория должна быть рассчитана на постоянное присутствие большого количества людей.

Проектным решением стало условное разделение территории на четыре зоны: под мостовое пространство, зону художников, в которой доминирует павильон «Вернисаж», «Зеленые холмы» и Фонтанную площадь. Основным архитектурным элементом стала волна: на набережной появились волнообразные скамьи, пешеходные и велосипедные волны – геопластика – образующие искусственный рельеф.

Единый дизайн, построенный на использовании криволинейных обтекаемых форм для объектов инфраструктуры, легко объединил различные функциональные зоны в гармоничный архитектурно-ландшафтный ансамбль. Волнообразная многоуровневая планировка предлагает, как неспешные пешеходные прогулки, так и более динамичное передвижение.

Учитывая вышесказанное, можно сделать вывод, что архитектурно-ландшафтная организация набережных может различаться в зависимости от их расположения и предназначения. Шелепихинская набережная это пространство, которое предполагает отдых от городской суеты, поэтому она выполнена в теплых оттенках, транзитный путь более изогнутый, плавный, на набережной установлены консольные площадки для уединенного отдыха, что касается пространственных приемов, то акцент делается на незначительных видах, в отличие от Крымской набережной, где преимущество отдается панорамам. Крымская набережная это в первую очередь пешеходный путь, поэтому дорожки приобретают прямолинейную конфигурацию, также здесь практически отсутствуют места для тихого уединенного отдыха, а цветовая гамма, в которой выполнено мощение и малые архитектурные формы, приобретает нейтральные, серые оттенки, что соответствует более официальному назначению набережной.

#### Список литературы

1. Дормидонтова В.В. Техноцентризм и экоцентризм в ландшафтной архитектуре XX-XXI веков // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2019. Т. 23. № 1. С. 37-43.
2. Шелепихинская набережная. URL: <https://wowhaus.ru/urbanistics/shelepixinskaya-naberezhnaya.html>. (Дата обращения 10.04.2023).
3. Крымская набережная. URL: <https://wowhaus.ru/urbanistics/crimea-quay.html>. (Дата обращения 10.04.2023).

**УДК: 528.94: 630.27**

#### **СОЗДАНИЕ И ВЕРИФИКАЦИЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ МОСКОВСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА**

Фадеева Е.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

[fadeeva\\_elizaveta135@mail.ru](mailto:fadeeva_elizaveta135@mail.ru)

Научный руководитель: Карминов В.Н., к.с.-х.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Создание цифровой модели рельефа (ЦМР) является способом визуализации структурного описания географического пространства. ЦМР представляет собой

математическое описание поверхности земли, а также метод определения высот произвольных точек. Создание ЦМР традиционными способами по материалам стереосъёмки либо по материалам оцифровки карт является трудоёмким и дорогостоящим, а иногда и недоступным процессом из-за отсутствия материалов. На практике часто для целей трансформирования изображений используются цифровые модели рельефа, находящиеся в открытом доступе [1].

Информация о рельефе местности критически важна для выполнения широкого спектра исследований биогеоэкологической направленности, которые проводятся в Московском учебно-опытном лесничестве (МУОЛ), что, таким образом, определяет актуальность данного исследования. Наличие ЦМР для территории МУОЛ позволит значительно повысить качество прогнозирования и моделирования при оценке лесорастительных условий и почвенных ресурсов северо-восточного Подмосковья [2, 3].

В данной работе были исследованы открытые ЦМР, такие как: SRTM, NASADEM, GLSDEM, ALOS, ASTER, Copernicus и FABDEM. Непосредственный сравнительный анализ данных ЦМР был затруднён из-за того, что данные представлены в разном пространственном разрешении. Поэтому, первый шаг для их совместного анализа заключался в том, что все цифровые модели прошли процедуру совмещения растровых моделей и передискретизации.

Статистическая обработка массовых данных дистанционного зондирования Земли происходила при помощи открытого проекта R, функционал которого может быть интегрирован в среду QGIS с помощью модуля R processing. Для полученных семи DEM-слоёв были вычислены коэффициенты парной корреляции. Наивысшая степень сходства была выявлена для данных SRTM, GLSDEM и NASADEM ( $r = 0,999$ ), что говорит о том, что в их основе используются одни и те же данные. Несколько меньший уровень сходства данных между собой демонстрируют модели ALOS, Copernicus и FABDEM ( $r = 0,982$ ). И выбивается из этого ряда данные проекта ASTER ( $r = 0,936$ ).

Кроме корреляционного анализа семи моделей рельефа, был выполнен сравнительный анализ с помощью построения продольных профилей. Выбранная трассировка профиля учитывала пространственное положение и форму границ территории лесничества и захватывала как лесные, так и нелесные земли. Построенный профиль, в целом, показал достаточно высокое сходство данных. При этом по данным модели ASTER обнаруживалось резкое понижение профиля, территориально сопряжённое с поймой р. Вори. Однако это не соответствует реальной ситуации, что свидетельствует о несовершенстве данной модели применительно к территории МУОЛ.

На следующем этапе работы с помощью калькулятора растров было выполнено сравнение двух растровых моделей: SRTM и ALOS. В данном случае, выбор был обусловлен тем, что между этими космическими съёмками прошло около 15 лет. Полученная разность растров позволяет наглядно визуализировать потери насаждений по разным причинам (вырубки, ветровалы и т.д.), а также наблюдать увеличение высотных отметок вследствие роста насаждений. Таким образом, анализируя цифровые модели за некоторый промежуток времени, появляется возможность анализа временной динамики запасов древостоев.

В результате выполненной работы было исследовано семь цифровых моделей рельефа, которые были получены из открытых источников для территории Московского учебно-опытного лесничества, а также была предложена технология статистической обработки крупных массивов данных на базе открытого программного обеспечения.

Проведённый анализ имеющихся цифровых моделей рельефа выявил достаточно высокие коэффициенты парной корреляции. Наибольшие расхождения были обнаружены для данных проекта ALOS. Для открытых пространств расхождения в определении высот

зачастую не превышают 2...3 метров. Таким образом, при необходимости использования данных проекта ALOS для территории МУОЛ требуется их корректировка на основе более корректных цифровых моделей. Проект FABDEM, который позиционируется как источник данных о рельефе без учёта растительности, пока ещё для крупных лесных массивов МУОЛ по-прежнему содержит высотные отметки лесного полога, а не отметки уровня земли.

#### Список литературы

1. Гусев В.Л., Потапов С.Л., Синькова М.Г. Оценка точности цифровых моделей рельефа и цифровых моделей местности из открытых источников // Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2022. Т. 66. № 1. С. 52-63. DOI:10.30533/0536-101X-2022-66-1-52-63.
2. Максимова А.Н., Карминов В.Н., Мартыненко О.В., Онтиков П.В. Анализ почвенных ресурсов лесов Северо-Восточного Подмосковья на основе геоинформационных технологий // Лесной вестник. - Forestry Bulletin. 2020. Т. 24. № 5. С. 39-50. DOI 10.18698/2542-1468-2020-5-39-50.
3. Карминов В.Н., Мартыненко О.В., Онтиков П.В. и др. Разработка цифровой модели рельефа территории ЩУОЛХ МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана // Ежегодная НТК ППС, аспирантов и студентов МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. Красноярск: ООО «Научно-инновационный центр». 2022. С. 41-42.

#### УДК 630\*182.47

### НЕОДНОРОДНОСТЬ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ГРАНИЦАХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПОЛИГОНА МФ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА

Фокина Я.М., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

yana-fokina@yandex.ru

Шапвалова Н.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный руководитель: Киселева В.В., к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Живой напочвенный покров лесов играет незначительную роль в общей биологической продуктивности лесных экосистем. В хвойных лесах его доля в общей наземной фитомассе не превышает 1 % [1]. Однако он выступает индикатором биологического разнообразия и условий, определяющих скорость накопления и разложения органического вещества.

Цель работы – оценить пространственную неоднородность видового состава и фитомассы живого напочвенного покрова под пологом хвойного леса.

Объект исследований – заложенный в 2022 г. исследовательский полигон площадью 9 га, расположенный на территории квартала 25 Фряновского участкового лесничества Московского учебно-опытного лесничества. Почвы – преимущественно подзолистые, в разной степени оглеенные. Развитию оглеения способствуют небольшие уклоны местности и малая водопроницаемость подстилающих пород. В границах

полигона имеется несколько замкнутых заболоченных микропонижений. В 2022 г. были обследованы две секции полигона общей площадью около 2 га.

Было проведено отграничение на местности микрогруппировок растительности с точной привязкой каждой поворотной точки границы к дендроплану по расстоянию до трех ближайших деревьев. Каждая микрогруппировка получила индивидуальный номер; каждая точка на границе микрогруппировки получила индивидуальный код, что позволило создать единую таблицу относительных координат для всех точек и произвести их пространственную привязку средствами геоинформационных систем (ГИС).

После отграничения на местности проведено геоботаническое описание каждой выделенной микрогруппировки на учетных площадках размером 1 м<sup>2</sup>. С каждого типа микрогруппировок взят укос с площади 0,5×0,5 м для определения надземной фитомассы. Отбор образцов производился во второй половине лета. Образцы были высушены при комнатной температуре и взвешены на лабораторных весах с точностью до 0,01 г. Значения фитомассы внесены в атрибутивную базу данных.

Лесной биогеоценоз полигона характеризуется как сосняк с березой и елью разнотравно-кисличный. Преобладающая по площади микрогруппировка напочвенного покрова – разнотравно-кисличная, на фоне которой выделяются микрогруппировки с иными доминирующими видами. Всего было выделено 52 контура, отнесенных к 26 микрогруппировкам. Для удобства анализа они были объединены в эколого-ценотические группы (ЭЦГ) по преобладающим видам в соответствии с группировкой, принятой в общероссийской базе данных продуктивности напочвенного покрова [2].

Каждой ЭЦГ свойственны свои средние значения фитомассы. Максимальная фитомасса (80–140 г/м<sup>2</sup>) характерна для микрогруппировок с преобладанием сфагнума, черники, луговых и лесо-луговых видов. Наименьшие значения (менее 30 г/м<sup>2</sup>) свойственны редкопокровной и бореально-мелкотравной группе. Микрогруппировки с преобладанием черники в целом следует рассматривать отдельно, т.к. черника – это многолетний кустарничек, основная надземная фитомасса которого сосредоточена в стволиках.

Состав и продуктивность напочвенного покрова были соотнесены со строением полога древостоя. Средствами ГИС создан полигональный слой, отображающий контуры однородных по составу древостоя участков (парцелл). Выявлено примерное совпадение редкопокровных микрогруппировок с минимальной фитомассой с контурами березово-еловых парцелл. Наблюдается также частичное совпадение лесо-луговых микрогруппировок с окнами в пологе.

Более определенную картину дает анализ проекций крон второго яруса (срез облака точек на высоте 10–15 м, полученный при обработке данных лазерного сканирования). Второй ярус представлен почти исключительно елью, которая определяет условия освещенности на уровне почвы. Малопродуктивные редкопокровные микрогруппировки закономерно приурочены к участкам с сомкнутым пологом 2-го яруса.

Таким образом, живой напочвенный покров исследованных участков отличается низкой биологической продуктивностью, но большой неоднородностью: на площади до 2 га выделено 26 типов микрогруппировок, отнесенных к 7 эколого-ценотическим группам (отдельно выделены черничники и редкопокровные участки). Неоднородность связана с условиями освещенности и увлажнения: в окнах формируются лесо-луговые и луговые группировки, в микропонижениях – болотные, под сомкнутым пологом деревьев ели – низкопродуктивные редкопокровные или бореально-мелкотравные.

## Список литературы

1. Трофимова И.Л., Кошечеева У.П., Нагимов З.Я. Фитомасса древостоев и нижних ярусов растительности в сосновых насаждениях различных типов леса в условиях среднего Урала // Вестник ИрГСХА. 2013. № 54. С. 93-100.
2. Ханина Л.Г., Грозовская И.С., Смирнов В.Э. Анализ базы данных по биомассе лесного напочвенного покрова для моделирования его динамики в круговоротных моделях лесных экосистем // Хвойные бореальной зоны. 2013. Т. 31. № 1-2. С. 22-29.

**УДК 339****ИНФРАСТРУКТУРА ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ: ОРГАНИЗОВАННЫЕ И ВНЕБИРЖЕВЫЕ ФИНАНСОВЫЕ РЫНКИ**

Хабаров А.М., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

haba\_2000@mail.ru

Научный руководитель: Горшенина Н.С., к.э.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Прогнозы развития экономики и финансового рынка представлены сегодня в достаточно широком контексте. Очевидно, что необходимо рассматривать финансовый рынок в макроэкономическом аспекте с учетом влияния наиболее существенных факторов. Это подчеркивает актуальность данной проблемы для мирового бизнеса в целом.

Цель данного исследования заключается в обосновании выбора оптимального прогнозного периода развития финансового рынка на основе разносторонних позиций инвестиционных аналитиков.

Как известно, по организационным формам функционирования выделяют следующие виды финансовых рынков [1].

Организованный (биржевой) рынок, представлен системой товарных, фондовых и валютных бирж. На организованном инвестиционном рынке обеспечивается высокая концентрация спроса и предложения в едином месте; устанавливается наиболее объективная система цен; проводится проверка финансовой состоятельности эмитентов основных видов ценных бумаг; процедура торгов носит открытый характер; гарантируется исполнение заключенных сделок. Однако финансовый рынок имеет и слабые стороны – круг реализуемых на нем финансовых инструментов носит ограниченный характер; этот рынок более строго регулируется государством, что снижает его гибкость; выполнение всех нормативно-правовых актов по его функционированию увеличивает затраты на осуществление операций.

Неорганизованный (внебиржевой) рынок представляет собой финансовый рынок, на котором осуществляется покупка-продажа финансовых инструментов и услуг, сделки по которым не регистрируются на бирже. Этот рынок характеризуется более высоким уровнем финансового риска.

Следует подчеркнуть, что независимо от организационной формы функционирования рынка, каждый из них в разной степени подвержен влиянию макроэкономических факторов.

Основными из группы макроэкономических факторов являются: экономическое развитие страны и предпосылки ее смены в предстоящем периоде; динамика валового внутреннего продукта; динамика объема доходов государственного бюджета и размера бюджетного дефицита; тенденции и объемы эмиссии денег; уровень денежных доходов

населения; объем депозитных и сберегательных вкладов населения; индекс инфляции; уровень ключевой ставки центрального банка и другие.

В процессе выбора финансовых инструментов с учетом макроэкономических факторов инвестирования каждый инвестор ставит перед собой две основные задачи – максимизировать доход, который может быть получен в результате владения ими, и минимизировать риск, связанный с их обращением. В связи с противоречивым характером этих задач, процесс обоснования финансовых решений носит оптимизационный характер.

Отметим, что снижение экономической активности и маржинальности компаний приведет к сохранению волатильности на рынках акций.

В этой ситуации важным фактором является обеспечение эффективного оперативного управления портфелем финансовых инвестиций. При существенных изменениях конъюнктуры финансового рынка инвестиционные качества отдельных финансовых инструментов снижаются. В процессе оперативного управления портфелем финансовых инвестиций обеспечивается своевременная его реструктуризация с целью поддержания целевых параметров его первоначального формирования.

Таким образом, в процессе управления финансовыми инвестициями определяются основные параметры финансовой деятельности предприятия в этой сфере и ее важнейшие критерии.

Один из главных вопросов заключается в том, как скоро центральные банки приостановят повышение ключевых ставок и начнут их снижать, что положительно повлияет на приведенную стоимость денежных потоков.

На основании изложенного выше, можно заключить, что инвесторам стоит сосредоточиться на секторах и регионах, которые демонстрируют устойчивый рост прибыли, и способны сохранить маржинальность.

Важно не пытаться мыслить краткосрочными перспективами, нужно мыслить долгосрочно, смотреть на то, что будет с финансовым рынком через пять лет, в каком направлении он движется.

Прогнозы фондового рынка на более длительный период имеют большую точность, чем прогнозы на следующие шесть месяцев или год, как продемонстрировал экономист Роберт Шиллер в 1980-х годах. Он был признан за это понимание, когда получил Нобелевскую премию по экономике в 2013 г. [2]. Оценка степени влияния того или иного макроэкономического показателя на рынок ценных бумаг позволяет своевременно выявить зоны развития, применимые к конкретным странам, а также позволяет построить уникальную стратегию развития рынка, делая упор на развитие тех или иных статистически значимых показателей.

#### Список литературы

1. Татьянников В.А., Одиноква Т.Д., Серебренникова А.И. Финансовые рынки и финансово-кредитные институты: учебник / под общ. ред. В.А. Татьянникова. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2023. 436 с.
2. Ho S.Y., Odhiambo N.M. The macroeconomic drivers of stock market development: Evidence from Hong Kong // UNISA Economic research working paper series. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/JFEP-11-2018-0163/>



УДК 378

## **ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ НОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ**

Холодов М.Д., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

xolod68@mail.ru

Научный руководитель: Тихвинский П.Н., ст.преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

tihvinskiy@mgul.ac.ru

Современные требования к подготовке высококвалифицированного специалиста предполагают внедрение новых технологий в образовательный процесс, среди которых информационно-коммуникативные занимают особое место. Стоит отметить, что исследование и разработка теории и практики информационно-коммуникативных отношений в процессе обучения студентов, а также организации учебного процесса в целом, в настоящее время являются актуальной проблемой современной высшей школы.

По мнению большинства специалистов одной из главных задач современного образования является подготовка человека к эффективной жизнедеятельности и полноценному саморазвитию. Решающая роль в реализации данных целей принадлежит современной образовательной среде, которая предполагает создание «...такого образовательного процесса, который невозможно осуществить без широкого использования различных электронных информационных и коммуникативных средств» [1].

Коммуникативная подготовка специалиста различного профиля сформировалась как отдельная отрасль образования, со свойственными ей способами, технологиями и приемами организации учебного процесса в современном вузе. Об этом свидетельствует обзор инноваций в области педагогических систем в США, Великобритании, Франции, Японии, Израиле и многих других. Студенты, выбирающие данные дисциплины, обязательно проходят курсы «Основ публичных выступлений», «Межличностных коммуникаций», «Конфликтологии» и других. Приведем статистику американских вузов на тему повышения уровня студентов, получивших подготовку в области «коммуникативного образования». В 2000-х годах среди бакалавров было около 50 тыс. выпускников, однако в настоящее время количество студентов варьируется от 70 тыс. бакалавров и около 8 тыс. магистров [3].

Причины данного явления вполне объяснимы: отсутствие налаженных систем межотраслевых взаимосвязей вузов различного профиля, общих образовательных программ и методик, подготовленных специалистов (педагогов) для работы в данной области, а также неспособность студентов быстро реагировать и перестраивать свое сознание в новых условиях обучения. В отечественном образовании внимание к этой проблеме за последние годы особенно обострилось в связи с внедрением дистанционного образования.

С одной стороны – это положительный факт, так как он позволяет раскрыть, сформировать и активизировать черты личности преподавателя – его инициативность, мастерство, творческий подход. И это, бесспорно, позволяет повысить рейтинг каждого преподавателя, а также стать «научно-теоретическим разработчиком программы аудиторных и дистанционных курсов обучения студентов» [2].

С другой стороны, отсутствие разработанной законодательной и научно-теоретической базы дистанционного обучения значительно тормозит процесс развития

этой системы обучения, привнося в нее черты хаоса и нестабильности. И как следствие – формирование «социальных мифов» о чужеродности дистанционного образования в условиях отечественных традиций.

Работая со студентами, преподаватель должен обладать педагогическими знаниями, способностью диагностировать цели, задачи и перспективы обучения студентов, уметь реализовывать мультимедийное обучение; свободно владеть современными методами, формами дистанционного обучения. Кроме того, в дистанционном обучении преподаватель должен владеть информационно-образовательной средой, а также активно использовать коммуникативные возможности компьютерных сетей.

Изменяется также содержание деятельности преподавателя. Он перестает быть просто «репродуктором» знаний, становится разработчиком новых технологий обучения, что, с одной стороны, повышает его творческую активность, а с другой, требует высокого уровня технологической и методической подготовленности.

Управляя процессом обучения современной студенческой аудитории, преподаватель должен быть оснащен всеми приемами, технологиями и способами реализации, накопленными не только в области профессиональной деятельности и современной педагогики высшей школы, но и технологиями, приемами и способами «коммуникативного образования», что позволит ему поддерживать мотивацию, интерес студентов к самосовершенствованию, обогащению эмоционального фона их учебной деятельности.

#### Список литературы

1. Журавлева О.И. Перспективы развития дистанционных технологий открытого образования в современной высшей школе // Проблемы современного педагогического образования. Сборник научных трудов. Ялта: РИО ГПА. 2019. В. 63. Ч. 1. С. 115-118.
2. Международное бюро образования. URL: <http://www.ibe.unesco.org>. (Дата обращения 11.04.2023)
3. U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics, Higher Education General Information Survey URL: [http://nces.ed.gov/programs/digest/d07/tables/dt07\\_291.asp](http://nces.ed.gov/programs/digest/d07/tables/dt07_291.asp). (Accessed 11.04.2023)

#### УДК 691.17

### **СРАВНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПЛИТЫ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Чанцев Е.В., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

[chantsevev@gmail.com](mailto:chantsevev@gmail.com)

Научный руководитель: Пасько Ю.В., к.т.н. доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

[pasko@mgul.ac.ru](mailto:pasko@mgul.ac.ru)

Научный консультант: Шиковский В.С., генеральный директор ООО «Геолит»

[shikovsky@geolait.ru](mailto:shikovsky@geolait.ru)

На сегодняшний день в Российской Федерации в рамках строительства и реконструкции автодорожных мостовых сооружений все чаще применяют инновационные

---

Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвященная 170-летию В.Г. Шухова

строительные материалы. К таким материалам можно отнести полимерные материалы для устройства гидроизоляции плиты проезжей части мостовых сооружений.

К полимерным материалам для устройства гидроизоляции плиты проезжей части предъявляются требования, представленные в ГОСТ Р 59179-2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы полимерные для устройства гидроизоляции плиты проезжей части мостового сооружения. Технические требования» [1].

Цель работы – проведение исследований различных по химической природе полимерных гидроизоляционных материалов с проведением сравнительного анализа полученных результатов.

Для проведения исследований было отобрано два гидроизоляционных материала.

Первый гидроизоляционный материал представляет собой двухкомпонентную полиуретановую систему, состоящую из метилendifенилдиизоционата (компонент А) и простого полиэфира (компонент Б). Смешивание компонентов проводится в пропорции 1:1 по массе. Нанесение гидроизоляционного материала предусмотрено методом ручного нанесения.

Второй гидроизоляционный материал – двухкомпонентная система на основе полиметилметакрилата, состоящая из мономерного вещества – метилметакрилата и инициатора – пероксида бензоила. Нанесение гидроизоляционного материала предусмотрено методами ручного нанесения и безвоздушного напыления.

Были проведены исследования гидроизоляционных материалов в соответствии с ГОСТ Р 59180–2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы полимерные для устройства гидроизоляции плиты проезжей части мостового сооружения. Методы испытаний» [2]. В рамках лабораторных исследований были определены следующие показатели: водопоглощение по массе, после выдержки в дистиллированной воде в течение 28 суток; прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве гидроизоляционного слоя после воздействия температуры 170 °С, при температурах 23 °С, 50 °С. Температурное воздействие 170 °С предусматривает возможность применения гидроизоляционного материала для дальнейшего устройства литого асфальтобетона по ГОСТ Р 54401 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси литые асфальтобетонные дорожные горячие и асфальтобетон литой дорожный. Технические условия» [3].

Результаты испытаний показали, что водопоглощение гидроизоляционного материала на основе полиуретана составило 2,46 %, а водопоглощение гидроизоляционного материала на основе полиметилметакрилата составило 2,19 %. Твёрдость по Шору типа А гидроизоляции на основе полиуретана составила 75 условных единиц, твёрдость гидроизоляции на основе полиметилметакрилата составила 89 условных единиц.

Прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве гидроизоляционного слоя на основе полиуретана после воздействия температуры 170 °С составили: при температуре 23 °С 4,31 МПа и 478 %, при температуре 50 °С 4,96 МПа и 500 %.

Прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве гидроизоляционного слоя на основе полиметилметакрилата после воздействия температуры 170 °С составили: при температуре 23 °С 11,5 МПа и 110 %, при температуре 50 °С – 2,7 МПа и 92 %.

Проанализировав результаты испытаний, можно сделать выводы, что гидроизоляционный материал на основе полиметилметакрилата является более инертным по отношению к воде, но у него существенно изменяется прочность при растяжении после

воздействия температуры 170 °С, при температуре 50 °С, в то время как механические свойства гидроизоляционного материала на основе полиуретана остаются стабильными, даже при температуре 50 °С.

#### Список литературы

1. ГОСТ Р 59179 – 2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы полимерные для устройства гидроизоляции плиты проезжей части мостового сооружения. Технические требования». URL:<https://files.stroyinf.ru/Data/754/75430.pdf>. (Дата обращения 11.04.2023)
2. ГОСТ Р 59180 – 2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы полимерные для устройства гидроизоляции плиты проезжей части мостового сооружения. Методы испытаний». URL:<https://files.stroyinf.ru/Data/754/75428.pdf>. (Дата обращения 11.04.2023)
3. ГОСТ Р 54401 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси литые асфальтобетонные дорожные горячие и асфальтобетон литой дорожный. Технические условия». URL:<https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293720/4293720622.pdf>. (Дата обращения 11.04.2023)

**УДК 630\*624:519.876.5**

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГИС ДЛЯ ЗОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЛЕСНОГО УЧАСТКА ПО ИНТЕНСИВНОСТИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Шарипов Ф.С., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

[fayz.sharipov@yandex.ru](mailto:fayz.sharipov@yandex.ru)

Научный руководитель: Киселева В.В., к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

В целях оптимизации затрат на ведение лесного хозяйства, заготовку древесины и получение максимального дохода в границах арендного участка целесообразно провести внутреннее зонирование. Для этого удобно использовать понятие «доступность лесов», которое имеет несколько аспектов [1]. В работе анализируются экологические, транспортные, территориальные и ресурсные факторы, определяющие доступность лесов.

Арендный участок располагается в Шомушском участковом лесничестве Тихвинского лесничества Ленинградской области. Лесничество находится на границе подзон средней и южной тайги, в соответствии с лесохозяйственным районированием относится к Балтийско-Белозерскому таежному району.

В целях зонирования был выполнен анализ пространственного распределения показателей, отражающих доступность лесных ресурсов, с использованием ПО QGIS версии 3.24.2.

Выделены группы факторов, ограничивающих доступность ресурсов и интенсивность лесопользования.

1. Целевое назначение лесов. К эксплуатационным лесам в Шомушском участковом лесничестве относятся 42 %. Около 32 % занимают объекты биологического разнообразия, формирующие экологический каркас, в границах которого хозяйственная деятельность запрещена.

2. Ресурсные факторы – породный состав и продуктивность насаждений.

В участковом лесничестве преобладающей породой является сосна, древесина которой пользуется спросом. Второй по значимости породой является береза. Ель в заметном количестве присутствует только в составе защитных лесов. Средний бонитет сосны и березы – III, что связано с большим распространением низкопродуктивных заболоченных лесов. Средний запас спелых и перестойных насаждений сосны составляет 230 м<sup>3</sup>/га. Анализ запасов насаждений отдельно по типам лесорастительных условий (ТЛУ) показал, что наибольшие запасы древесины сосны формируются в свежих борах и суборах (А2, В2), березы – в свежих суборах и сложных суборах (В2, С2). Именно эти ТЛУ рассматривались как перспективные для интенсивного лесопользования.

### 3. Транспортная доступность.

Критериями отнесения выделов к зоне интенсивного лесопользования стали круглогодичная транспортная доступность и стоимость вывозки древесины ниже средней, рассчитанная по [2]. Группы таких выделов образуют несплошные полосы шириной 1,5 – 2 км от дорог общего пользования.

Совмещение вышеперечисленных критериев позволило получить группу участков, перспективных для организации интенсивного лесопользования. Они образуют возможную зону интенсивного лесопользования, площадью 2982 га или 52,7 % от общей площади эксплуатационных лесов.

Сценарий интенсивного лесопользования может предусматривать создание лесных плантаций. Для этого в границах зоны интенсивного лесопользования могут быть отведены выделы после сплошных рубок первых лет аренды. Прогноз объемов лесопользования сделан с использованием имитационной модели FORRRUS-S [3]. Площадь участков, пройденных сплошными рубками за первые 20 лет в границах выделяемой зоны интенсивного лесопользования, составит 920 га.

В итоге на территории Шомушского лесничества выделяется 4 зоны:

1) зона интенсивного лесопользования (с подзоной лесных плантаций), 2982 га – максимальное использование расчетной лесосеки, искусственное лесовосстановление с полным циклом ухода, целевая порода – сосна, максимальный доход на втором обороте рубки;

2) зона экстенсивного лесопользования, 2674 га – ориентация на естественное лесовосстановление, уход за средневозрастными насаждениями, целевые породы сосна и береза, максимальный доход на первом обороте рубки;

3) зона ограниченного лесопользования, 3465 га – защитные леса, в которых разрешена заготовка древесины выборочными рубками;

4) экологический каркас, 4251 га – отказ от любой хозяйственной деятельности.

Таким образом, ГИС позволяют объединить источники данных о лесном участке, на основе которых в дальнейшем можно проводить анализ территории, выделять зоны с различной интенсивностью лесопользования и определять наиболее подходящие методы управления в каждой зоне.

### Список литературы

1. Романов Е.С., Лаврова И.В. Структуризация понятия доступности лесных ресурсов // Лесной журнал. 2006. № 3. С. 121-126.
2. Каракчиева И.В., Чумаченко С.И. Система оценки экономической доходности древесных ресурсов леса и экономической доступности лесных участков // Фундаментальные исследования. 2016. № 7. С. 372-377.
3. Чумаченко С.И., Паленова М.М., Починков С.В., Кухаркина Е.В. Имитационное моделирование динамики насаждений FORRRUS-S – инструмент выбора стратегии и

планирования лесного хозяйства // Вестник МГУЛ - Лесной Вестник. 2007. № 5. С. 143-152.

### **УДК 621.865.8**

### **ПРИМЕНЕНИЕ ВАКУУМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАГОТОВКАМИ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

Швецов Д.Ю., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный руководитель: Пеньков И.В., ст.преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Вакуумные технологии применяются в захватах различных грузозачных устройств и манипуляторов. Они используются для обеспечения станков заготовками с плоскими и ровными поверхностями различных материалов, таких как стекло, мебельные щиты и пласти МДФ, ДСтП и др. [1].

Основной деталью в вакуумном захвате являются вакуумные присоски. Именно с их помощью заготовки удерживаются и перемещаются. При контакте присоски с поверхностью детали воздух не может проникнуть внутрь присосок и возникает вакуум, который позволяет удерживать деталь. Сила захвата присосок увеличивается пропорционально разнице между давлением атмосферным и давлением под присосками. Таким образом, когда между присоской и заготовкой создается давление ниже, чем атмосферное, давление окружающей среды прижимает присоски к поверхности детали [2]. Недостаток присосок в том, что они очень чувствительные и легко подвергаются повреждениям. Чаще всего повреждения происходят при попытке перемещения деталей с неровной и шероховатой поверхностью (нарушение вакуума) [3]. Традиционно вакуумные присоски имеют выпуклую форму или форму прямоугольной чаши. Количество и размеры присосок зависят от размера и массы поднимаемой заготовки. В зависимости от этих параметров высчитывается и необходимый вакуум. Для контроля уровня вакуума в присосках используется специальный вакуумметр для обеспечения надежной грузоподъемности.

Для вакуумного захвата используются разные монтажные элементы. Можно использовать сильфонные уплотнения для сохранения прочности и герметичности, а также компенсации высоты. Улучшения контакта можно достичь шарнирными соединителями. Пружинные компенсаторы позволяют нивелировать эффект разницы в высоте. Также существуют уплотнительные профили для шероховатых и текстурированных поверхностей. Существует большое количество подобных аксессуаров, они позволяют достичь высокой точности необходимого вакуума, улучшить точность захвата, компенсировать неровности поверхностей захватываемых деталей и избежать аварийных ситуаций.

Разность давлений осуществляется генератором, который выводит воздух из пространства между присосками и заготовками. Он подключается к присоскам посредством шланга. В большинстве случаев для захвата используется форвакуум (1–0.001 бар). Функцию вакуумного генератора может выполнить пневматическая система с эжектором, насос или воздухоудувка. Пневматические вакуумные генераторы отличаются быстрым созданием вакуума, а благодаря малым размерам и весу их можно интегрировать с манипулятором захвата. Эжектор представляет собой устройство, интегрированное в

пневмосистему, создающее вакуум благодаря кинетической энергии струи сжатого воздуха. Для использования эжектора необходим источник сжатого воздуха. Электрические вакуумные генераторы работают на основе насоса или воздуходувки. Насосы, в отличие от эжекторов, нельзя интегрировать в захват из-за размеров. Также насосы и воздуходувки не требуют подачи сжатого воздуха. Вакуумные насосы создают высокий вакуум при низкой мощности потока. Воздуходувки позволяют получить высокую мощность потока при относительно низком вакууме. Для управления вакуумом и сжатым воздухом используются клапаны электромагнитные или обратные и ограничители потока для закрытия вакуумных проводов, ведущих к присоскам. Для предохранения от попадания частиц в вакуумную систему существуют фильтры. Для распределения вакуума используются распределители и соединители, они необходимы в каждом вакуумном контуре. Вакуумный генератор подбирается с учетом необходимого разрежения [1].

Таким образом, система вакуумного захвата состоит из присоски, монтажных элементов, вакуумного генератора для подачи вакуума к присоскам, клапанов, переключателей, вакуумметра и дополнительного оборудования (соединители, фильтры и др.). Все эти элементы подбираются в соответствии с размерами, формой и массой заготовки, а также необходимым создаваемым давлением.

#### Список литературы

1. Москвичев А.А., Кварталов А.Р., Устинов Б.В. Захватные устройства промышленных роботов и манипуляторов. Москва: ФОРУМ. 2020. 176 с.
2. Вакуумные захваты в промышленной автоматике // Control Engineering. URL:<https://controleng.ru/innovatsii/robototehnika/vakuumnye-zahvaty/> (Дата обращения 11.04.2023)
3. Типы захватных устройств // Промышленная автоматизация URL: <https://industrialization.ru/typy-zakhvatnykh-ustrojstv/> (Дата обращения 11.04.2023)

#### УДК 581.522.62

#### **ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКОВ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ Г. БАЛАШХА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Шевчук О.В., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

okcanka.kcusha@mail.ru

Научный руководитель: Денисова Н.Б., к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Цель работы – дать оценку санитарному и лесопатологическому состоянию молодняков сосны обыкновенной на территории г. Балашиха.

Материалы были собраны в Ногинском лесничестве в 23 квартале Озерного участкового и 43 квартале Горенского участкового лесничества в Московской области, где был проведен сплошной пересчет деревьев. В Озерном участковом лесничестве исследована площадь 3 га, в Горенском участковом лесничестве – 2,6 га. Было осмотрено 603 экземпляра лесных культур сосны обыкновенной в возрасте от 8 до 10 лет. В процессе исследования были собраны образцы повреждений для последующего анализа в лабораторных условиях.

В ходе исследования было проведено рекогносцировочное и детальное обследование на временных пробных площадях общей площадью 5,6 га и, по мере проведения лесопатологического обследования (ЛПО), установлен видовой состав вредителей и возбудителей болезней, определены причины ослабления культур.

В сентябре 2022 г. проводилось обследование культур сосны, посаженных после сплошных санитарных рубок насаждений ели европейской, которые были поражены короедом-типографом в 2011 г.

В полевых условиях проводился пересчет деревьев по четырем категориям состояния.

Возможными причинами ослабления лесных культур являются: неправильная посадка и уход, пожары, антропогенное воздействие.

43 квартал Горенского участкового лесничества прилегает к Балашихинскому шоссе и жилому району. В двадцатых числах апреля 2022 г. тут прошел низовой пожар. Оба квартала подвержены рекреационной нагрузке, посадки разделены сетью тропинок.

В 23 квартале Озерного участкового лесничества больше всего выявлено деревьев сосны обыкновенной первой категории состояния, что составило 249 шт. (88,0 %), меньше всего деревьев третьей категории – 4 шт. (1,4 %). Деревья из четвертой категории (погибшие) не обнаружены.

В 43 квартале Горенского участкового лесничества больше всего выявлено деревьев сосны обыкновенной из четвертой категории состояния – 129 шт. (40,3 %), тогда как меньше всего деревьев третьей категории – 14 шт. (4,4 %).

В 23 квартале Озерного участкового лесничества больше всего выявлено деревьев без повреждений (63,2 %), меньше всего – с механическими повреждениями (1,1 %).

В 43 квартале Горенского участкового лесничества больше всего выявлено деревьев погибших (38,6%), меньше всего – с механическими повреждениями (0,6%).

В результате проведения работ были обнаружены и определены виды вредителей разных экологических групп и возбудителей болезней.

В 23 квартале Озерного участкового лесничества при проведении осмотра больше всего было обнаружено представителей вида *Hyllobius abietis* L. – 10,6 % (30 шт.), *Otiorrhynchus ovatus* L. – 7,8 % (22 шт.), *Otiorrhynchus sulcatus* – 7,1 % (20 шт.), *Strophosoma capitatum* – 5,3% (15 шт.) [1].

Из группы сосущих вредителей выявлены Adelgidae вид *Pineus pini* L. – 0,7% (2 шт.).

Из семейства Aphididae вид *Eulachnus agilis* составил 5 % (14 шт.).

Из группы хвое-листогрызущих из семейства Lasiocampidae вид *Dendrolimus pini* составил 0,7% (2 шт.).

В 43 квартале Горенского участкового лесничества в год исследования был обнаружен только вид *Hyllobius abietis* L. из семейства Curculionidae – 55% (176 шт.) поврежденных им деревьев.

При проведении исследования был обнаружен только один возбудитель болезней в обоих кварталах – гриб *Lophodermium pinastri*, возбудитель обыкновенного шютте [2].

В 23 квартале Озерного участкового лесничества обыкновенным шютте (возбудитель – гриб *Lophodermium pinastri*) поражено 30,4 % (86 шт.).

В 43 квартале Горенского участкового лесничества 39,7 % (127 шт.) деревьев поражены обыкновенным шютте (возбудитель – гриб *Lophodermium pinastri*).

#### Список литературы

1. Воронцов А.И. Лесная энтомология: учебник для студентов лесохозяйств. спец. вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1982. 384 с.



2. Чураков Б.П., Чураков Д.Б. Лесная фитопатология: Учебник. / под ред. проф. Б.П. Чуракова. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Издательство «Лань», 2022. 448 с.

### **УДК 613.644**

#### **АКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ВИБРОЗАЩИТЫ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН**

Яковлев М.А., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

max2013.yakovlev@yandex.ru

Научный руководитель: Акинин Д.В., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

При вывозе древесины лесотранспортными машинами в системе наблюдаются вибрации различного спектра. Эти вибрации передаются от микропрофиля пути и шероховатости дороги с одной стороны, а с другой – возникают во время работы силового агрегата.

Существующие системы снижения негативного воздействия на водителя-оператора и агрегаты лесотранспортной машины основаны на пассивном виброгашении, которое заключается в уменьшении амплитуды и отстройке частот собственных и внешних вибраций. Одним из способов реализации этих систем является применение демпферов вибрации, которые устанавливаются в кузове машины, подвеске и на местах крепления силового агрегата. Их главное предназначение – препятствовать разрушению конструкции от резонанса.

Наряду с пассивными системами существуют и прогрессивные – активные и полуактивные системы виброзащиты, которые начинают получать распространение. Они обеспечивают не только более качественную защиту от резонанса, но и комфортабельность работы оператора, что напрямую сказывается на производительности оператора и безопасности.

Так в лесотранспортной технике для защиты водителя-оператора от воздействия вибраций применяют специальное кресло с активным регулированием жесткости системы.

Развитием систем пассивной виброзащиты послужило создание полуактивных систем, основанных на применении магнитореологической жидкости [1] и отличающихся высокой скоростью изменения демпфирующих свойств. Применение таких систем в подвеске машины позволит значительно снизить вибрационную нагрузку, передающуюся от микропрофиля пути.

Активные системы вибродемпфирования силового агрегата [2] не получили широкого распространения в лесотранспортной технике, однако применение данных систем в перспективе может значительно снизить вибрационное воздействие двигателя и элементов трансмиссии на конструкцию машины и водителя-оператора. Демпфирование вибраций осуществляется за счёт рассеивания энергии и возбуждения вибрации в опоре в противофазе. Скорость реакции вибровозбудителя обеспечивается за счёт смещения фазы вибрации.

Сдерживающим фактором применения активных систем виброзащиты является сложность определения входных параметров для блока управления системой ввиду большого количества переменных, случайных процессов и скорости вибрации активных элементов виброгасителя.

Для решения этой проблемы существует два принципиально разных подхода: стендовые испытания и математическое моделирование [3].

Первый подход подразумевает получение спектра вибрационного воздействия с помощью стендового испытания силового агрегата. Полученные характеристики используют для настройки программы блока управления системой виброзащиты. Данный подход применим для создания систем активной виброзащиты силового агрегата только одной модели лесотранспортной машины, что при большом разнообразии парка техники потребует больших финансовых вложений.

Второй подход более перспективный и доступный и заключается в применении математического моделирования работы силового агрегата и машины в целом в прикладных пакетах программ. Несмотря на то, что эффективное применение математического моделирования требует создания сложных моделей и учёта случайных процессов, оно предоставляет широкие возможности по прогнозированию возможных вибрационных воздействий на машину и оператора на всех режимах работы, а также подбор оптимальных параметров агрегатов активной виброзащиты.

#### Список литературы

1. Marjoram R.H., Hildebrandt S.F. et al. Magnetorheological dampers for semi-active suspension systems. Патентная заявка 2010096818 США, МКИЗ: В60G17/08; F16F9/53; В60G17/06. Заявлено 01.05.2006. Опубл. 22.04.2010. 11 с.
2. Hillis A., Harrison A.J.L. and Stoten D.P. (UK). Adaptive Control of Active Engine Mounts. Proceeding (399) Signal and Image Processing. 2003. URL: [https://www.researchgate.net/publication/221094655\\_Adaptive\\_Control\\_of\\_Active\\_Engine\\_Mounts](https://www.researchgate.net/publication/221094655_Adaptive_Control_of_Active_Engine_Mounts). (Дата обращения 11.04.2023)
3. Тараторкин А.И. Научные методы снижения динамической и виброакустической нагруженности силовых передач колёсных и гусеничных машин путём вариации модальных свойств: спец. 05.05.03: дис... докт. техн. наук. Екатеринбург, 2021. 371 с.

#### УДК 681.52

### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ В ПОМЕЩЕНИЕ ПРИ ПОМОЩИ ПЛАТФОРМЫ TELEGRAM

Яркеев Д.М., студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Научный руководитель: Поленов Д.Ю., к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

В современном мире все больше людей используют мессенджеры для общения и координации своих действий. Автоматизированная система управления доступом при помощи платформы Telegram позволяет сделать процесс контроля доступа в помещение более удобным и быстрым, так как становится возможным управление с любого устройства с высоким уровнем безопасности данных.

Существующие аналогичные системы можно разделить на три основных вида: аудиодомофоны, видеодомофоны и системы с мобильным приложением.

Аудиодомофоны уже являются устаревшим решением, в них опознание посетителя происходит по голосу, без возможности выводить видео и делать фотографии, также такие системы требуют монтаж внутри помещения.

Видеодомофоны позволяют видеть посетителя, делать фотографии, но они записываются на карты памяти и хранятся в ограниченном объеме. Также видеодомофоны требуют монтаж внутри помещения.

Системы с мобильным приложением, как и видеодомофоны, позволяют видеть посетителя и делать фото/видео фиксацию, но опять же они ограничены памятью мобильного устройства. Также мобильные приложения могут нестабильно работать, и имеют ограничения по работе на других устройствах, кроме мобильного телефона. Такие системы имеют совместимость не со всеми операционными системами. Но главное их отличие от вышеперечисленных аналогов заключается в том, что такие системы работают удаленно.

Поэтому встает вопрос о создании автоматизированной системы управления доступом в помещение, работающей удаленно при помощи Telegram-бота, лишенной недостатков аналогичных систем.

Telegram – кроссплатформенная система мгновенного обмена сообщениями (мессенджер). Является одним из самых популярных приложений, совместим со всеми устройствами и операционными системами, и отличается повышенной безопасностью данных. С использованием ботов, возможности Telegram становятся практически безграничными.

Telegram-бот – небольшое приложение в виде чата, которое самостоятельно выполняет заранее созданные задачи без участия пользователя. Боты позволяют хранить неограниченное количество информации в облачном хранилище, а также добавлять большое количество пользователей.

В качестве компонентов системы были выбраны: микроконтроллер ESP32-Cam со встроенной камерой, контроллер Z-5R, управляющий электромеханическим замком и считывателем ключей и карт, электромагнитное реле, тактовая кнопка, красный светодиод и пьезодинамик. Система работает от блоков питания 5В (ESP32-Cam, тактовая кнопка, светодиод и пьезодинамик) и 12В (контроллер Z-5R, электромеханический замок и считыватель).

Таким образом, была разработана автоматизированная система управления доступом в помещение, работающая при помощи созданного Telegram-бота, содержащего три интерактивные кнопки «Открыть», «Сделать фото» и «Нет доступа». Создан работоспособный макет системы, принципиальная и структурная схемы. Были успешно проведены испытания, показавшие правильность выбранных схмотехнических и программных решений. Полученная система обладает более широким функционалом, позволяет с любого устройства удаленно управлять открытием и закрытием двери, делать фотографию по команде, проходить по записанным ключам или картам. Благодаря платформе Telegram, можно хранить неограниченное количество фотографий посетителей внутри Telegram-бота, а также добавлять большое количество пользователей.

#### Список литературы

1. Ворона В.А. Системы контроля и управления доступом. М.: ГЛТ, 2011. 272 с.
2. Ботуз С. Интеллектуальные интерактивные системы и технологии управления удаленным доступом: Учебное пособие. М.: Солон-пресс, 2014. 340 с.

**РАЗДЕЛ «ОТДЕЛЬНЫЕ СЕКЦИИ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА»****СЕКЦИЯ «ГОЛОВНОЙ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР»****УДК 004.5****ПЛАТФОРМА ДЛЯ ОНЛАЙН-КУРСОВ С АДАПТИВНЫМ ИНКЛЮЗИВНЫМ ОБУЧЕНИЕМ**

Алябушев А.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский методический центр  
alyabushevad@student.bmstu.ru

Золотов А.Л., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский методический центр  
zolotoval@student.bmstu.ru

Чупанова Р.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский методический центр  
chupanovarr@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Попутников И.В., ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский методический центр

Важность инклюзивного образования – тема отнюдь не новая, она поднималась ещё в 1994 году в Саламанской декларации [1]. Главным вопросом инклюзивного образования сегодня, когда инструменты адаптированности уже известны, представляется его адаптивность к разным уровням восприятия информации. Действительно, уровень восприятия информации у слабослышащих и глухих студентов качественно отличается от такового у слышащих студентов, и одновременно с этим он индивидуален в каждом отдельно взятом случае [2]. Метод адаптивного обучения позволяет выстроить образовательную траекторию, учитывающую весь кластер особенностей восприятия информации индивидуумом, для множества студентов, и реализует персонализированный подход к каждому студенту [3]. Так, при реализации принципов адаптивного обучения система предлагает студенту материалы и задачи, релевантные его текущему уровню усвоения учебного курса, фактически осуществляя персонализированное обучение.

Именно поэтому при разработке образовательного сайта для студентов с нарушением слуха в основу его методологии лег принцип адаптивного обучения. Курсы на платформе представлены в виде блоков теории разного уровня сложности и промежуточного тестирования. Также курс включает в себя входное тестирование, которое в совокупности с промежуточным позволяет собрать большой объем данных о знаниях и умениях слушателя, проанализировать эти данные и в режиме реального времени выстроить для слушателя индивидуальную образовательную траекторию, учитывающую в том числе качество усвоения студентом той или иной темы. Платформа также позволяет реализовывать принцип скрытого или имплицитного обучения за счет адаптивного подбора задач в промежуточном тестировании.

Помимо этого, в проекте реализованы инструменты геймификации: прохождение более сложных уровней, получение всех достижений, попытка набрать наибольшее количество баллов среди остальных учащихся.

При разработке проекта были использованы такие технологии, как HTML5, CSS3, JavaScript, AJAX, Bootstrap, Django (Django Rest Framework, Django ORM, SQLite), Figma.

#### Список литературы

1. The UNESCO Salamanca Statement. URL: <http://www.csie.org.uk/inclusion/unesco-salamanca.shtml> (Accessed 14.12.2020).
2. Станевский А.Г., Столярова З.Ф. Проблемы адаптации основной образовательной программы в вузе для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху // Психологическая наука и образование. 2017. Т. 9. № 1. С. 23–37 DOI: 10.17759/psyedu.2017090103.
3. Вилкова К.А., Лебедев Д.В. Адаптивное обучение в высшем образовании: за и против. М.: НИУ ВШЭ, 2020. 36 с.

#### УДК 681.58

### **РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО МЕХАНИЧЕСКОГО МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ РАЗНЫХ СФЕР ПРИМЕНЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO И ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ.**

Андреев А.К., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский методический центр  
andreevak@student.bmstu.ru

Круглова Е.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский методический центр  
lizakruglova22@mail.ru

Никитин Д.К., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский методический центр  
donnik10072002@gmail.com

Научный руководитель: Константинов М.Д., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский методический центр

В современном мире автоматизация и роботизация играют ключевую роль в различных сферах жизнедеятельности человека. Разработка многофункциональных механических манипуляторов, способных работать с разными видами объектов и выполнять разнообразные задачи, является одним из актуальных направлений в области робототехники [1]. Они находят широкое применение в таких областях, как промышленность, медицина, сельское хозяйство, военная сфера и т.д. Разработка универсального манипулятора с возможностью программирования различных операций является актуальной задачей.

В данной работе представлена разработка многофункционального механического манипулятора с использованием платформы Arduino и технологий машинного зрения для разных сфер применения, основным преимуществом которого будет его универсальность. Arduino широко известна своим открытым исходным кодом [2], обеспечивает легкость в настройке и модификации системы, что позволяет дополнительно расширить функционал манипулятора в зависимости от конкретных требований пользователей.

Применение технологий машинного зрения [3] позволяет обеспечить высокую точность и быстроту работы манипулятора. Система машинного зрения собирает данные

об окружающих объектах и передает их на обработку контроллеру Arduino, который, в свою очередь, анализирует полученную информацию и определяет действия, которые должен выполнить манипулятор. Благодаря использованию машинного обучения манипулятор может самостоятельно адаптироваться к изменяющимся условиям и оптимизировать свою работу для повышения эффективности.

Таким образом, создание многофункционального механического манипулятора на основе Arduino и технологий машинного зрения является актуальным и перспективным направлением в области робототехники, которое может существенно повысить эффективность работы в разных сферах применения, облегчить выполнение трудоемких и опасных задач, а также способствовать развитию новых методов автоматизации и контроля процессов.

#### Список литературы

1. Исследование сфер использования и классификация робототехнических систем. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36765001> (Дата обращения 21.03.2023).
2. NodeMCU V3 For Fast IoT Application Development. URL: <https://galopago.github.io/assets/pdf/NodeMCUV3.pdf> (Accessed 21.03.2023).
3. OpenCV Computer Vision with Python. URL: [https://ecoimpactple.com/files/62/download/OpenCV%20Computer%20Vision%20with%20Python\\_%20Learn%20to%20capture%20videos,%20manipulate%20images,%20and%20track%20objects%20with%20Python%20using%20the%20OpenCV%20Library%20\(%20PDFDrive%20\).pdf](https://ecoimpactple.com/files/62/download/OpenCV%20Computer%20Vision%20with%20Python_%20Learn%20to%20capture%20videos,%20manipulate%20images,%20and%20track%20objects%20with%20Python%20using%20the%20OpenCV%20Library%20(%20PDFDrive%20).pdf) (Accessed 21.03.2023).

#### УДК 004.774.6

### СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ КУРСОВ ДЛЯ ГЛУХИХ СТУДЕНТОВ

Архипов М.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский методический центр  
\_arkhipovmi@student.bmstu.ru

Игнатенко К.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский методический центр  
ignatenkoks@student.bmstu.ru

Тихонова Д.Д., студент  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский методический центр  
tikhonovadd@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Попутников И.В., ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский методический центр

В современном мире все больше людей обращают внимание на проблемы инклюзии и равных возможностей в образовании. Особенно актуальной является тема обучения глухих студентов, которые часто сталкиваются с трудностями в освоении учебного материала [1].

Наш проект направлен на улучшение качества образования для глухих студентов и повышение их успеваемости, а также на расширение возможностей для инклюзивного обучения. Для этого была поставлена задача разработки интерактивных элементов образовательных курсов для глухих студентов. Как пример предметной области была выбрана дисциплина «Начертательная геометрия».

Основными интерактивными элементами нашего проекта являются:

1) Тесты-опросы, которые помогают проверить понимание материала и закрепить знания;

2) Анимационные видеоуроки к каждой теме курса на РЖЯ (русский жестовый язык), которые визуализируют сложный материал и упрощают его запоминание;

3) Интерактивные 3D-модели, которые позволяют взаимодействовать с объектами начертательной геометрии в пространстве и более наглядно демонстрируют их свойства и особенности;

4) Инфографика (схемы, картинки и т.д.), которая помогает организовать информацию и лучше понимать взаимосвязи между концепциями;

5) Специальный 2D-редактор для преподавателя, который позволяет составлять для студентов задания по шагам и отображать их в виде анимации. Каждый шаг можно просмотреть в режиме 3D и увидеть, как соотносятся построения на 2D-плоскости в пространстве. Это развивает навыки решения задач и пространственное мышление, что крайне важно для понимания данной дисциплины.

Для реализации проекта мы использовали такие технологии и инструменты, как HTML, CSS, JS, Bootstrap [2]. Для разработки 2D-редактора была использована библиотека Three.js, для интегрирования 3D-моделей в сайт – Blend4Web [3].

В итоге, все элементы вместе образуют комплексный подход к повышению качества инклюзивного образования, поскольку помогают студентам лучше понимать материал и развивать навыки для решения задач. Создание интерактивных элементов для «Начертательной геометрии» является первым шагом в этом направлении и может быть использовано в качестве шаблона для других дисциплин.

#### Список литературы

1. Станевский А.Г. и др. Методические рекомендации преподавателям и персоналу, работающим с глухими и слабослышащими студентами в условиях инклюзивного образования. Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. 38, [2] с.
2. MDN Веб-документы. URL: <https://developer.mozilla.org/ru/> (Дата обращения 28.10.2022).
3. Blend4Web. Руководство пользователя. URL: <https://www.blend4web.com/doc/ru/index.html> (Дата обращения 19.01.2023).

**УДК 004.9****ВЕБ-САЙТ ДЛЯ ПОИСКА ПОМОЩИ В УЧЕБЕ И СОВМЕСТНОГО ДОСУГА СТУДЕНТОВ**

Васильев В.М., студент

МГТУ имени Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр  
vasilevwm@student.bmstu.ru

Казакова В.В., студент

МГТУ имени Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр  
kazakovavv@student.bmstu.ru

Марков И.С., студент

МГТУ имени Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр  
markovis@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Попутников И.В., ассистент

МГТУ имени Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр  
poputnikoviv@yandex.ru

В последнее время у студентов всё чаще и чаще возникают проблемы с учебой и социализацией [1]. Низкая успеваемость студентов является распространенной проблемой для многих университетов [2]. В рамках данной работы была поставлена задача упростить учебную жизнь студента и разнообразить внеучебную.

На первом этапе были проанализированы аналоги такие как [Otvet.mail.ru](http://Otvet.mail.ru), [Znaniya.com](http://Znaniya.com), которые помогают в учебе, и ЯндексАфиша, Tinder, которые помогают найти людей для совместного досуга. С учетом недостатков и особенностей этих сервисов был разработан сайт, который поможет студентам задать вопросы по интересующей теме и получить на них ответы, а также в качестве поощрения посетить различные мероприятия. Веб-сайт позволит, не выходя за его пределы, решить поставленную задачу.

В данной работе представлена разработка веб-сайта с помощью языков программирования и развертки: Python, JavaScript, HTML и CSS. Они были выбраны по причине их универсальности и беспрепятственной связи между ними. Это позволило реализовать веб-приложение с базой данных и удобным интерфейсом, с помощью которого пользователь может интуитивно взаимодействовать с сайтом.

Применение этих технологий на основе фреймворка Django [3], Nginx, различных функций и библиотек в JavaScript и верстки на HTML/CSS позволяют обеспечить высокую скорость использования сайта. Nginx является сервером, который реализует быстрое и безопасное соединение с сайтом. Использование функций и библиотек в JavaScript позволяет создать динамический интерфейс, который может изменяться в зависимости от пользовательского ввода. В свою очередь, HTML и CSS позволяют управлять стилями и разметкой веб-страницы. Кроме того, для создания сайта использовались различные инструменты, такие как Bootstrap, jQuery и другие фреймворки и библиотеки, которые упрощают разработку и делают сайт более доступным для пользователей на разных устройствах.

Для того, чтобы мотивировать студентов помогать друг другу в учебе была внедрена механика внутренней валюты, которая накапливается за помощь другим студентам и тратится на создание анкеты на совместный досуг.

В целом, проект имеет большой потенциал для помощи студентам в их учебе и социализации. Комбинация различных технологий и инструментов позволила создать быстрый и удобный веб-сайт, который будет полезен студентам.



## Список литературы

1. Болдырев С.А. Проблемы социализации современных студентов / С. А. Болдырев, Л. М. Медведева, Е. Ю. Немова. // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 989-991. URL: <https://moluch.ru/archive/89/18227/> (Дата обращения 08.04.2023).
2. Артищева Е.К. Неудача в вузе с точки зрения выпускников-дипломантов / Е.К. Артищева, С.И. Брызгалова // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2012. № 11. С. 19-21. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neuspevaemost-v-vuze-s-tochki-zreniya-vypusknikov-diplomantov/viewer> (Дата обращения 08.04.2023).
3. Низамов Д.И. Веб-программирование на Python с использованием фреймворка Django // XXV Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный Дню энергетика : материалы конференции. Том 3. Казань: Казанский государственный энергетический университет. 2022. С. 86-88.

**УДК 004.771****ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО КОНТРОЛЯ ДОСТУПА К ИНСТРУМЕНТАМ ФАБЛАБА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНЦЕПЦИИ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ**

Клевцов. М.А., студент

МГТУ им Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр  
kma21ts011@student.bmstu.ru

Марышев И.А., студент

МГТУ им Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр  
maryyshevia@student.bmstu.ru

Осипов Г.С., студент

МГТУ им Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр  
osipovgs@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Константинов М.Д., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр

В настоящее время студентами ГУИМЦ МГТУ им. Н.Э. Баумана используется оборудование фабричной лаборатории (фаблаба) в учебных целях. Так как среди них присутствуют инструменты, которые при неосторожном обращении могут нанести вред студенту и окружающим, возникает проблема постоянной необходимости контролировать доступ к ним. Для облегчения работы персонала и оптимизирования времени студентов была поставлена задача разработки автоматизированной системы удаленного контроля доступа к инструментам.

На производствах эта задача решается дорогими и объемными механизмами. Например системами от компании KardexRemstar (Швейцария) [1] или ДиКом (Россия) [2].

Поэтому было принято решение разработать собственный программно-аппаратный комплекс. Физической основой стал корпус с механизмом подъема, спроектированный в САПР Comras 3D. В модель прототипа входят: квадратная труба 30×30×2.8 мм и круглая 25×2.8 мм, подшипниковые узлы с внутренними диаметрами 25 мм (2 штуки) и 10 мм (4 штуки), защитные экраны из оргстекла, саморезы М8×50 мм (20 штук), электродвигатель NEMA 14, болты и гайки М8, редуктор. Часть элементов сборки была распечатана на 3d принтере. Связь с серверной частью и работа механизма системы организована с помощью платы «esp32». За отображение QR-кода отвечает E-ink дисплей 4.2, а электромотор приводит в движение умный короб. Серверная часть сайта реализован на

языке Python с использованием фреймворка Django. Пользовательская часть реализована с использованием HTML, CSS, фреймворка Bootstrap, языка программирования JavaScript. Также использовалась библиотека для считывания QR кодов - instascan [3].

Функционирует разработанная система следующим образом: для получения инструментария в личное распоряжение пользователь подходит к хранилищу инструментов и производит сканирование qr-кода. В случае, если данный обучающийся имеет разрешение, то хранилище открывается и инструментарий становится доступным для извлечения, если же студент не имеет разрешения на получение инструментария, то ему отказывают в выдаче инструментов.

#### Список литературы

1. Каталог элеваторных стеллажей. URL: <https://www.kiit.ru/product/stellazhi-elevatornye> (Дата обращения 17.04.2023).
2. Каталог продукции компании ДиКом. URL: <https://www.kiit.ru/katalog/brands/dikom/> (Дата обращения 17.04.2023).
3. Ссылка на библиотеку для считывания QR кодов – instascan. URL: <https://github.com/schmich/instascan> (Дата обращения 17.04.2023).

#### УДК 004.9

### **РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОЙ ИГРЫ НА ДВИЖКЕ RPG MAKER ДЛЯ ПОМОЩИ АБИТУРИЕНТАМ В ОРИЕНТАЦИИ В УНИВЕРСИТЕТЕ**

Падалко К.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр  
padalkokr@student.bmstu.ru

Рябик А.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр  
ryabikav@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Константинов М.Д., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр

Первокурсники испытывают трудности, особенно в начале учебного года, с поиском аудиторий, в которых проводятся их занятия. В целях развития пространственных представлений могут быть использованы интерактивные средства адаптации обучения.

В нашем случае разработан программный продукт - игра-навигатор, дающий представление для быстрого нахождения аудитории, вдохновлен прототипом BMSTUCraft. Представление об игре выглядит так: пользователь вместе с первокурсником, главным героем, будет проходить сценарий игры. Сценарий включает в себя поиск определенных аудиторий, встречу и разговоры с людьми (преподаватель, однокурсники, куратор и др.).

Для реализации продукта мы использовали движок RPG Maker [1]. Изначально планировали воспользоваться Unity, но это более затратно.

RPG Maker - это программа, которая позволяет пользователям создавать свои собственные ролевые видеоигры. Большинство версий включает в себя редактор карт на основе набора элементов, простой язык сценариев для сценариев событий и редактор сражений. Все версии включают начальные готовые наборы тайлов (элементов графики), персонажей и события, которые можно использовать при создании новых игр. Одной из особенностей программ RPG Maker является то, что пользователь может создавать новые

наборы тайлов и персонажей, а также добавлять любую новую графику по своему усмотрению.

Несмотря на то, что движок ориентирован на создание ролевых видеоигр, он также может создавать игры других жанров, например, приключенческие игры или визуальные романы с минимальной настройкой.

Процесс создания игры на RPG Maker предельно прост для новичка, но в то же время гибок для профи.

Вначале были разработаны сценарий и локации мест университета, исходя из схемы расположения аудиторий. Далее был использован переход между аудиториями и созданы визуальные новеллы для диалогов персонажей.

Чтобы создать локацию нужно:

1. Найти нужные стены, пол, предметы в библиотеке;
2. Построить локации из найденных;
3. Настроить проходимость (стену делать непроходимой, пол - проходимым).

Как создать переход:

1. Выбрать место, откуда персонаж перейдет в другую локацию;
2. Выбрать место на другой локации, чтобы игрок появился в этом месте при переходе.

Чтобы создать визуальную новеллу нужно:

1. Выбрать нужное изображение и добавить в игру;
2. Создать нижнее сообщение для текста и диалогов;
3. Добавить спрайты персонажа в случае нужды.

Основой игровой механики являются объекты [2]. Главный герой, второстепенные герои, декорации – это объекты со своими свойствами. В нашем случае один главный герой – первокурсник, который с пользователем будет проходить сюжет игры.

Таким образом, разработка программного продукта позволит абитуриентам и студентам первого курса в форме игры легче ориентироваться в университете.

#### Список литературы

1. Учебник RPG Maker VX. 2011. URL: <https://rpgmaker.ru/f54/Учебник-от-enterbrain-по-rpg-maker-vx-1125/> (Дата обращения 11.12.2022).
2. Костер Р. Разработка игр и теория развлечений / пер. с англ. О.В. Готлиб. М.: ДМК Пресс, 2018. 288 с: ил.
3. Шелл Дж. Геймдизайн: Как создать игру, в которую будут играть все / пер. с англ. М.: Альпина Паблишер, 2022. 640 с.

**СЕКЦИЯ «СТУДЕНЧЕСКАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ  
ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ»****УДК 531.532****АНСАМБЛЬ НЕСВЯЗАННЫХ МАЯТНИКОВ, КАК МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА  
СИНХРОНИЗАЦИИ МОД В ЛАЗЕРЕ**

Брель Д.О., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы  
управления»

darkez@inbox.ru

Горбач А.П., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы  
управления»

anton.gorbach.450@gmail.com

Кочнов А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы  
управления»

kochnov.a@internet.ru

Морозов И.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы  
управления»

morozovivan2306@gmail.com

Сенникова А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы  
управления»

anastasiass@mail.ru

Научный руководитель: Скуйбин Б.Г., к.ф-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В данной работе представлена демонстрационная модель несвязанных математических маятников с фиксированной разностью частот их колебаний, позволяющее обсуждать процесс синхронизации мод в лазерах [1].

Исследование сфазированных колебаний множества маятников с эквидистантными собственными частотами актуально для различных областей физики, таких как оптика и квантовая физика [2]. Представленная механическая установка может быть использована для изучения принципов взаимодействия мод лазера, а также визуализации концепции фазовой синхронизации.

Демонстрационная установка имеет малый вес, ввиду её изготовления из алюминиевых трубок с использованием пластиковых креплений. Вал представляет собой трубу из нержавеющей стали малого диаметра с отверстиями для установки юстировочных устройств и удерживается подшипниками, установленными в крепежных деталях. Математические маятники подвешены на арамидных нитях (кевларе), который обладает высокой прочностью и добротностью, а также небольшим растяжением благодаря высокому модулю Юнга (62000 МПа). Юстировочное устройство представляет собой болт М5 с шагом резьбы 0,8, вкручиваемый в гайки, установленные на границах сквозных отверстий вала, что позволяет вращением головки на угол в 5 градусов получать изменение длины нити на  $11 \cdot 10^{-6}$  м.

Вал приводится в движение шаговым двигателем, электромеханическим устройством, которое позволяет приводить вращательное движение с высокой точностью. Для работы шагового двигателя необходимо задать определенное количество импульсов, которые приводят к повороту ротора на заданный угол. Управление шаговым двигателем происходит посредством микроконтроллера Arduino Uno через драйвер A4988, посредством использования библиотеки AccelStepper.h на языке Arduino IDE версии 2.0.4, мотора, который формирует нужное количество импульсов в соответствии с заданными параметрами угла поворота, скорости и ускорения. В процессе работы двигателя создаются колебания маятников по гармоническому закону:  $\omega(t) = \omega_{max} \sin(\omega t)$ . Важным требованием для установки шагового двигателя является отсутствие создания им вибрации на оси установки, которые могут приводить к вынужденному расфазированию дискретных маятников.

Наблюдалась самосинхронизация системы без вынуждающей силы с разностью собственных частот соседних маятников равной  $\Delta\nu = 0.0126$  Гц. Выражение для вычисления частоты  $n$ -го маятника:  $\nu = \nu' + (n - 1)\Delta\nu$  (1), где  $\nu'$  - частота колебаний маятника с максимальной длиной нити. Учитывая, что  $\nu = 1/2\pi * \sqrt{g/L}$  (2), где  $L$  - длина подвеса, получаем выражение для длины  $n$ -го маятника:  $L = g/4\pi^2\nu^2$  (3).

Эксперимент проводился на установке, состоящей из 10 независимых математических маятников с эквидистантной разностью собственных частот колебаний соседних осцилляторов  $\Delta\nu = 0.0126$  Гц, под воздействием внешней вынуждающей силы с частотой, равной средней частоте маятников. При данных параметрах не удалось добиться синхронизации маятников в системе, однако при уменьшении разности частот до  $\Delta\nu = 0.005$  Гц единоразовая синхронизация в переходном процессе стала возможной. Время синхронизации системы  $T = 1/\Delta\nu$  [1] без воздействия внешней вынуждающей силы составило 200 с, в то время как под воздействием периодической внешней силы оно равнялось примерно 37 с.

В рамках такой модели пока получить стабильную синхронизацию не удалось. Предполагается изменить способ воздействия вынуждающей силы и варьировать разность собственных частот соседних маятников.

Для теоретических расчетов использовался пакет прикладных программ MATLAB. Расчеты частоты и длин маятников проводились с помощью формул (1) и (3). Также были построены графики зависимости координат маятников от времени и зафиксирован отрезок формирования сфазированных колебаний в системе, создающих интенсивный суммарный сигнал.

#### Список литературы

1. Дубецкий Б.Я., Чеботаев В.П. Эхо в классическом и квантовом ансамблях с детерминированными частотами // Письма в ЖЭТФ. 1985. Т. 41. В. № 6. С. 267-269.
2. Ахманов С.А., Хохлов Р.В. Проблемы нелинейной оптики // АН СССР, Институт научной информации. 1965. С. 298.

УДК 004.942

**РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ  
ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНТЕРФЕРОМЕТРОВ  
ФАБРИ-ПЕРО И МАЙКЕЛЬСОНА**

Булгаков А.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

arseniy2003bulgakov@gmail.com

Степнов С.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

stepnov.stepnov@mail.ru

Научный руководитель: Щетинин Г.А., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Создание платформы, по своему определению, включает в себя целый набор задач по созданию интерактивной среды, решающей поставленные прикладные задачи и обеспечивающие пользователей инструментами и ресурсами для создания, обмена и анализа информации. Цель работы, реализуемой в Студенческой Экспериментальной лаборатории физики кафедры ФН-4 МГТУ им. Н.Э. Баумана состоит в создании платформы визуализации физических экспериментов.

Разработка программных комплексов, реализующих задачи численного моделирования физических эффектов, является одним из самых востребованных направлений в сфере научных исследований. Очевидным преимуществом программных моделей является их удобство и возможность заниматься научно-исследовательской деятельностью в дистанционном режиме. Платформа, разработанная в рамках данной работы, позволяет пользователю не только ознакомиться с явлениями интерференции на примере физических моделей интерферометров Фабри-Перо и Майкельсона, но и проводить замеры с параметрами, которые невозможны на существующей лабораторной установке.

Поскольку конечный пользователь должен иметь возможность использования платформы не только в стенах учебного заведения или лаборатории, то проект был реализован в виде веб-приложения, доступ к которому можно получить почти с любого современного устройства с выходом в сеть Интернет. Также итоговый продукт обязан соответствовать критериям, предъявляемым специалистами предметной области, целью которых является углубленное изучение выбранного физического эффекта.

Помимо основного функционала в части моделирования физического эксперимента, разработанная платформа реализуют дополнительные полезные функции:

1. сохранение (экспорт на локальный компьютер) результатов экспериментов;
2. ведение истории измерений;
3. интеграция с системой авторизации МГТУ им. Н.Э. Баумана;
4. интуитивно понятный пользовательский интерфейс.

В настоящее время на платформе реализованы две физические модели: интерферометр Фабри-Перо и интерферометр Майкельсона. В обоих интерферометрах ключевым моментом является интерференция, при которой световые волны встречаются и взаимодействуют между собой, создавая интерференционные полосы. Измеряя изменения в интерференционной картине, можно получить важную информацию о световой волне и его характеристиках.

Принцип работы интерферометра Фабри-Перо строится на том, что световая волна проходит через зеркала, отражается от их внутренних поверхностей и создает множество отраженных волн, которые интерферируют друг с другом[1]. Это приводит к появлению интерференционной картины, в которой наблюдаются яркие и темные полосы. В свою очередь у интерферометра Майкельсона световая волна направляется на светоделитель, который разделяет ее на две части[2]. Одна часть проходит через один путь, проходя через зеркала, и затем объединяется с другой частью, прошедшей через другой путь. При встрече в точке объединения происходит интерференция между двумя световыми волнами, что создает интерференционную картину.

В перспективе планируется увеличить количество доступных моделей физических экспериментов, добавив моделирование эффекта Зеемана, математических маятников и другие. Также планируется добавить генерацию отчетов в формате PDF/DOCX, систему отправки отчета преподавателю, E-Mail уведомления и отдельную страницу пользователя.

#### Список литературы

1. Ландсберг Г.С. Оптика: учеб. для вузов. М.: Наука, 1976. 320 с.
2. Литвинов О. С., Горелик В. С. Электромагнитные волны и оптика: учеб. пособие для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. 446 с. URL: <https://bmstu.press/catalog/item/3458/reader/>. (Дата обращения 11.04.2023)
3. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1973. 461 с.

#### УДК 537.52

### ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕГРАДАЦИИ ПОРИСТЫХ СТРУКТУР ПОД ДЕЙСТВИЕМ БАРЬЕРНЫХ РАЗРЯДОВ

Жарков И.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

v.zharkow@yandex.ru

Ложкин И.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

alfizik12@gmail.com

Малахов Н.Е., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

malakhov.nikitae@gmail.com

Тхор М.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

m4k4r4ik@gmail.com

Научные руководители: Скуйбин Б.Г., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Струков Ю.А., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки».

В работе исследован процесс разрушения пористой структуры разрядной камеры озонатора под длительным воздействием высокочастотных барьерных разрядов с целью определения оптимального режима работы озонатора. Было выявлено, при каком отклонении от рабочих параметров тока и напряжения в камере озонатора изолирующих

слой (барьер) начинает испаряться, а проводящий каркас плавиться. Причиной разрушения структуры является пробой изолирующего слоя (барьера) и последующее развитие поверхностного разряда [1].

Стабилизация тока через композит позволяет избежать большинства дефектов. Отклонение напряжения и частоты на те же 30%-50% не критичны, просто озонатор будет работать в установленном режиме. А вот рост тока на 50% и более уже приводит к перегреву композита и к потере диэлектрической прочности покрытия.

Исследование проведено в рамках разработки компактной системы генерации озона в воздухе посредством барьерного электроразряда в газопроницаемой композитной структуре из проводника и диэлектрика.

#### Список литературы

1. Григорьев А.Н., Павленко А.В., Ильин А.П., Карнаухов Е.И. Электрический разряд по поверхности твёрдого диэлектрика // Известия Томского политехнического ун-та. 2006. Т. 309. №2 С. 79–82.

#### УДК 535.421

#### НАБЛЮДЕНИЕ ЭФФЕКТА ТАЛЬБОТА В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ

Козлов А.К., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

240104forward@mail.ru

Кочнов А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

kochnov.a@internet.ru

Морозов И.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

morozovivan2306@gmail.com

Сенникова А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

anastasiass@mail.ru

Научный руководитель: Скуйбин Б.Г., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Эффект самовоспроизведения светового поля с периодической модуляцией амплитуды при распространении в линейной среде впервые наблюдал в начале XIX века Ф. Тальбот, английский физик, астроном и фотограф. В настоящее время эффект Тальбота является одним из наиболее популярных предметов для исследования. На основе концепции эффекта Тальбота был представлен литографический метод самовоспроизведения периодических структур [1]. Эффект повсеместно внедряют в методах контрастной визуализации, которые измеряют преломление и рассеяние лучей [2]. Также, в процессе изучения эффекта появился метод сжатия периодических оптических импульсов, основанный на суперпозиции воспроизведенных и задержанных по времени исходных последовательностей импульсов. В заключение, исследуемый эффект лёг в основу создания многоперспективного сканирующего микроскопа и лазера,



который в сочетании с реализацией данного явления предназначен для микроструктурирования поверхностей, что позволяет избежать повреждения периодической структуры [3].

Эффект Тальбота – это явление ближнепольной дифракции когерентных источников излучения, при котором изображение решетки периодически повторяется. При прохождении через периодическую структуру излучения с длиной волны, не являющейся кратной целому числу относительно периода структуры, возникает дробный эффект Тальбота. В этом случае дифракционная картина, создаваемая светом, не будет полностью повторяться после прохождения некоторого расстояния от структуры. Таким образом, возможно получение изображения решетки с дробным периодом  $d/m$ , то есть дробного эффекта Тальбота.

В ходе работы был изучен дробный эффект Тальбота в оптическом диапазоне, для исследования которого была спроектирована и создана экспериментальная установка. Излучение от лазера проходит через коллиматор, который состоит из пинхола, ограничивающего световые шумы, и двух софокусных собирающих линз: короткофокусной, с фокусным расстоянием  $f_1 = 9,8$  мм и длиннофокусной, с фокусным расстоянием  $f_2 = 185$  мм. Вместе лазер и телескоп формируют плоскую монохроматическую волну. При использовании широкого пучка света, который создается телескопом, дифракционная решетка освещается равномерно.

Излучение, дифрагировавшее на решетке, через горизонтальный микроскоп попадает на светочувствительную матрицу фотокамеры. Микрометрический винт юстировочного устройства позволяет перемещать микроскоп и камеру с точностью до 10 мкм в пределах 40 мм. Это позволяет более детально изучать структуры дробных изображений Тальбота. От фотокамеры изображение передается на компьютер.

В качестве устройства для ослабления лазерного излучения ранее был использован поляризатор. В процессе модернизации установки для изучения дробного эффекта Тальбота было выявлено невозможность использования поляризатора, вследствие выпуклой формы его стекла, что изменяет направление светового пучка. При смене объектива микроскопа на объектив большего полезного увеличения требуемая интенсивность света для получения четкой дифракционной картины возрастала, поэтому изменение количества фильтрующих стёкол в ходе эксперимента является необходимым для регистрации четкого изображения дифракционной решетки и сохранения целостности матрицы.

Длина волны лазерного излучения, исследуемого в рамках эксперимента  $\lambda = 0,53$  мкм. Период используемой одномерной дифракционной решетки составляет  $d = 0,25$  мм. В этом случае самовоспроизведение исследуемой дифракционной решетки производилось при значении длины Тальбота  $Z_T = \frac{2d^2}{\lambda} = 235,8$  мм. Были получены изображения одномерной решетки на расстоянии длины Тальбота, половины длины Тальбота, при котором наблюдалось смещение образа периода решетки на  $\frac{\pi}{2}$ , а также на расстояниях  $\frac{1}{3}Z_T$ ,  $\frac{1}{4}Z_T$  и  $\frac{1}{6}Z_T$ . Далее были получены изображения дифракционной решетки с большим значением «дробления». Наблюдалась картина с периодом  $d/140$ .

Дополнительно были получены изображения первой и второй гармоник дифракционной решетки с периодом 600 штрихов на миллиметр с помощью различных объективов с увеличением 40. Полученные снимки свидетельствуют о невысоком качестве одного из используемых в рамках эксперимента объективов, ввиду наличия колец Ньютона и смещения полос. Неоднородная яркость изображения и неровные

контуры прорезей свидетельствуют о неточном исполнении самой периодической структуры.

В ходе работы также была осуществлена калибровка линейки в программном обеспечении TopView для объективов с различными значениями увеличения, что позволило точно измерить полученные в процессе исследования значения.

Отметим, что дальнейшее улучшение экспериментальной установки (получение объективов с большим увеличением, использование одномодового лазера с длиной волны более 500 нм) даст возможность получить в перспективе более четкие дифракционные картины дробного эффекта Тальбота, превышающие полученные в ходе данного эксперимента.

#### Список литературы

1. Isoyan A., Jiang F., Cheng Y. C., Cerrina F., Wachulak P., Urbanski L., Rocca J., Menoni C., Marconi M. Talbot lithography: Self-imaging of complex structures // *Journal of Vacuum Science & Technology B: Microelectronics and Nanometer Structures Processing, Measurement, and Phenomena*. 2009. № 27(6). pp.2931–2937
2. Kim Y., Lee S.W., Lim JH. Observation of the Talbot Effect at Beamline 6C Bio Medical Imaging of the Pohang Light Source-II // *Korean Physical Society*. 2019. № 74, pp. 935–940
3. Aymerich M., Nieto D., Flores-Arias M.T. Laser-based surface multistructuring using optical elements and the Talbot effect // *Opt. Express*. 2015. № 23. pp. 24369-24382

#### УДК 535.512

#### ДЕМОНСТРАЦИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ ПРИ ПОМОЩИ ИНТЕРФЕРОМЕТРА ЦЕНДЕРА-МАХА

Колпаков Д.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»  
daniil.kolpakov.03@mail.ru

Фомина Е.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»  
fominaeliza21@mail.ru

Научный руководитель: Скуйбин Б.Г. к.ф.-м.н., доцент,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Нас заинтересовала работа, описывающая эффект квантового ластика, поэтому нами была модернизирована установка с использованием схемы интерферометра Цендера-Маха (далее ИЦМ), которая представлена в тезисах.

Усовершенствование установки дало возможность управления поляризацией луча на каждом из путей его распространения: до входа в ИЦМ, на входе, в каждом из плеч и после выхода луча (перед экраном). Для этого были разработаны устройства, позволяющие управлять интерференционными картинками и поляризационными характеристиками излучения [1–3]: различные юстировочные и вращающиеся устройства, телескоп, наборы линз, поляризационных и неполяризационных делительных кубиков, поляризаторов (линейных, циркулярных лево- и правовращающих), полуволновых и четвертьволновых пластинок. В приборе можно использовать источники света как поляризованные, так и неполяризованные. Нами используется источник поляризованного света – гелий-неоновый лазер с брюстеровской трубкой.

В работе продемонстрированы исчезновение интерференционной картины на экране при ортогональном расположении направления линейно поляризованных лучей

в плечах интерферометра и её восстановление при расположении дополнительного линейного поляризатора под углом  $45^\circ$  между ИЦМ и экраном.

Усовершенствованный прибор позволяет проводить исследования поляризации и интерференционных эффектов в классической оптике и обсуждать эффект квантового ластика.

#### Список литературы

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. / пер. с англ. М.: Физматлит, 2000. 896 с.
2. Литвинов О.С., Горелик В.С. Электромагнитные волны и оптика : учеб. пособие для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. 446 с.: ил.
3. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. Учебник. 2-е изд. М.: Изд-во МГУ Наука, 2004. 656 с.

**УДК 621.373.826**

### **СОЗДАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЗНАКОМСТВА С ОСНОВНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ЛАЗЕРА**

Кочеткова А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

kochetkova.angelika@yandex.ru

Чекмарёв М.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

chek.learning@yandex.ru

Паршина А.Е., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

nastujka@mail.ru

Оронов М.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

marcello.2002@mail.ru

Научный руководитель: Скуйбин Б.Г., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В статье рассматриваются характеристики и режимы твердотельного лазера. Анализируются режимы генерации твердотельного лазера: свободная генерация, режим модуляции добротности и режим синхронизации мод.

В лабораторной установке кристалл иттрий-алюминиевого граната YAG/Nd накачивается излучением полупроводникового лазера с длиной волны 0,808 мкм. Использован оптический резонатор большой длины.

Изучался режим свободной генерации и характеристики первого пика переходного процесса – его длительность и энергия в зависимости от мощности накачки. Исследован режим модуляции добротности и характеристики его излучения (длительность, энергия, мощность).

Исследован режим синхронизации мод, позволяющий получить короткие и ультракороткие импульсы. Исследования, проводимые на одной установке, позволяют познакомиться с основными динамическими характеристиками лазерного излучения.

## Список литературы

1. Звелто О. Принципы лазеров.: 4-е изд. М.: Издательство «Лань», 2008. 720 с.

**УДК 535.421****КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ТАЛЬБОТА**

Кочетков А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

alesi-ia@yandex.ru

Ушаков Д.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Научный руководитель: Щетинин Г.А., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Эффект Тальбота, также называемый самоизображением или безлинзовым отображением, относится к явлениям, проявляющимся периодическим повторением плоских распределений поля в определенных типах волновых полей. Это явление находит применение не только в оптике, но и в различных областях исследований, таких как акустика, электронная микроскопия, плазмоника, рентгеновские лучи и конденсаты Бозе-Эйнштейна. Получать изображения с высокими гармониками в лабораторных условиях очень затруднительно. Но их можно увидеть с помощью компьютерной модели.

Уникальные характеристики эффекта Тальбота открывают широкий спектр различных применений. Например, интерферометрия Тальбота позволяет изучать профиль поверхности прозрачных объектов, контуры наклона изогнутых пластин, а также использовалась для коллимационного тестирования. Кроме того, свойства самоизображения эффекта Тальбота подходят для субволновой фокусировки света и предлагают новые решения для спектроскопии [1].

Являясь дифракционным явлением, волновая функция эффекта Тальбота описывается интегралом Рэлея-Зоммерфельда:

$$E(x, y, z) = -\frac{i}{\lambda} \iint_{\Omega} E_0(u, v, 0) \cdot \frac{e^{ikr}}{r} \cos \theta \, du \, dv \quad (1)$$

Вычисление этого интеграла даёт самую точную дифракционную картину. Однако это очень ресурсоёмкий процесс, поэтому при моделировании использовались методы с некоторыми приближениями.

Метод углового спектра широко применяется для моделирования дифракционных явлений [2]. В этом методе производится дискретизация периодической структуры решётки, после чего используется алгоритм быстрого преобразования Фурье (для расчета углового спектра дифрагированного поля). Смысл преобразования Фурье заключается в разложении сложного фронта волны на совокупность плоских волн, распространяющихся в разных направлениях, но имеющих общую длину волны. Зная формулу плоской волны, можно рассчитать её параметры в интересующей плоскости. Обратным преобразованием отдельные плоские волны складываются и получается итоговое, фазо-амплитудное распределение, из которого формируется дифракционная картина.

Основная проблема, с которой можно столкнуться при использовании этого метода для просмотра высоких гармоник в эффекте Тальбота, – это ограничение вычислительных ресурсов и памяти компьютера. Необходимо моделировать этот эффект с высокой разрешающей способностью на малых интервалах, составляющих тысячные и

десятитысячные доли от длины решётки. Поэтому был рассмотрен другой метод дифракции, основанный на аппроксимации интеграла Рэля-Зоммерфельда.

Пользуясь разложением Тейлора, получаем  $r \approx z + \frac{(x-u)^2 + (y-v)^2}{2z} \approx z$ . Подставив первое приближение в показатель экспоненты, а второе – в знаменатель, и приняв  $\cos \theta = 1$  по параксиальному приближению, приходим к следующей формуле:

$$E(x, y, z) = \frac{-i}{\lambda} \iint_{\Omega} E_0(u, v, 0) \cdot e^{\frac{ik}{2z}[(x-u)^2 + (y-v)^2]} dudv \quad (2)$$

Раскрываем скобки и получаем интеграл, выражающий двумерное преобразование Фурье:

$$E = F_0 \cdot \mathcal{F}(E_0 \cdot F), \text{ где } F_0 = \frac{e^{ikz} \cdot e^{\frac{ik(x^2+y^2)}{2z}}}{i\lambda z}; F = e^{\frac{i\pi}{\lambda z}(u^2+v^2)} \quad (3)$$

Но при этом остаётся проблема с масштабированием изображения, для решения которой целесообразно ограничить вычисление преобразования Фурье меньшим диапазоном.

Для этого было реализовано преобразование Фурье по особому алгоритму Блюштейна [3]. Он позволяет вычислить параметры Фурье в определённом интервале частот с произвольным количеством точек. Это значит, что при масштабировании не требуется изменять количество точек, необходимо только заменить пределы преобразования Фурье, тем самым сохраняя точность изображения без дополнительных расходов ресурсов компьютера.

В результате работы была создана компьютерную модель оптического эффекта Тальбота в области дифракции Френеля с использованием двух численных методов. Были получены изображения Тальбота до 500-й гармоники. При больших гармониках наблюдалось разложение изображения на отдельные лучи, что предположительно связано с нехваткой разрешающей способности. Вероятно, с ростом гармоник разрешающую способность нужно увеличивать нелинейно.

#### Список литературы

1. Wen J., Zhang Y., Xiao M., The Talbot effect: recent advances in classical optics, nonlinear optics, and quantum optics. // *Advances in Optics and Photonics*. 2013. DOI:10.1364/AOP.5.000083.
2. Rosenfeld A., Kak A.C. *Digital Picture Processing*, 2nd edition. // Academic Press Inc. 1982. DOI:10.1016/c2009-0-21955-6.
3. Rabiner L., Schafer R., Rader C. The chirp z-transform algorithm // *IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics*. 1969. V. 17, №. 2, pp. 86-92. DOI:10.1109/TAU.1969.1162034.

## СЕКЦИЯ «ФАКУЛЬТЕТ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ»

УДК 681.772

### АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РОБОТ-МАНИПУЛЯТОР НА БАЗЕ АРДУИНО

Аунг Х.М.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ  
aunghtetmyat.ahm@gmail.com

Научный руководитель: Брюквин А.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ  
bryukvin@bmstu.ru

Робот-манипулятор может решать задачи, трудновыполнимые для людей. Если эти виды роботов используются в промышленности, то это поможет сэкономить время и минимизировать человеческие усилия.

В этой научной работе рассматривается управление роботизированной рукой с тремя степенями свободы. Робот предназначен для захвата и размещения объектов с помощью серводвигателей. Робот имеет ультразвуковой датчик [1].

Цель работы - смоделировать робота в процессе автоматизации производства, который будет иметь низкую стоимость.

В работе были поставлены следующие задачи: определить точную последовательность выбора и размещения объектов; смоделировать робота в процессе автоматизации производства с помощью программы Matlab.

В этой научной работе был использован инверсионно-кинематический метод управления, чтобы найти угол поворота суставов. Проверка осуществлялась с помощью программы Matlab [3].

Рассмотрим процесс работы робота. Процесс включает 2 шага: обнаружение, захват и размещение. Когда объект находится в удаленном или близком положении на фиксированном расстоянии, на дисплее показываются результаты и расстояние от ультразвукового датчика до объекта. И затем датчик снова обнаружит объект. Когда объект имеет фиксированное положение, зуммер издает звуковой сигнал, а на дисплее показывается результат и расстояние до объекта. В этот момент манипулятор запускает функцию захвата и размещения. После того как манипулятор выполнит свою функцию Pick and Place, он снова обнаружит объект.

В результате нашей работы был смоделирован недорогой робот на аппаратной платформе Arduino. Мы пришли к выводу, что этот робот-манипулятор следует доработать, чтобы он смог выполнять сложные задачи, представляющие опасность для людей. Если эти виды роботов будут использоваться в промышленности, то это поможет сэкономить человеческие усилия.

В будущем вместо ультразвукового датчика должна будет использоваться цифровая обработка изображений, а на серводвигателе должна быть установлена небольшая модель зубчатого колеса [2,3].

#### Список литературы

1. Бинь Л., Юньцзян Л., Цзэсян Л. Кинематика и оптимальная конструкция нового параллельного манипулятора с 3 степенями свободы для приложений захвата и размещения // Международный журнал мехатроники и автоматизации. 2013. Т. 3. № 3. С. 181-190.

2. Кхин М.М., Зав М.М. Хтун Х.М.Х. Метод управления положением для захвата и размещения манипулятора для системы сортировки объектов // Международный журнал научных и технологических исследований. 2016. № 6. С. 57–61.
3. Саид Б.Н.. Введение в анализ, управление и приложения робототехники. Калифорния: Сан-Луис-Обиспо, 2010. С. 59–73.

## УДК 008

### СИНХРОНИЗАЦИЯ В ГИБРИДНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Исса М.Г.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ  
 engineer.93engineer@gmail.com

Научный руководитель: Насруллаев И.Н., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ

Навигация – это знание положения и линейной скорости объекта относительно набора системных координат. Навигационные системы используют в космосе, авиации, ракетах робототехнике, а также во многих гражданских приложениях.

Сейчас существует множество навигационных систем, но самой известной из всех является инерциальная навигационная система (ИНС). Второй навигационной системой является Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС).

Каждая система имеет достоинства и недостатки, например, инерциальная навигационная система характеризуется высокой точностью в краткосрочной перспективе и высокой частотой в дополнение к своей автономности, но она нуждается в процессе калибровки и начальной настройке, и с увеличением времени ее точность ухудшается. Что касается спутниковой навигационной системы, то она характеризуется высокой точностью в долгосрочной перспективе, но имеет ряд недостатков, в том числе низкую частоту и отсутствие автономности. С разнообразием навигационных систем, их развитием и их различными приложениями появились интегрированные навигационные системы, которые зависят от использования более чем одной системы в навигационном процессе. Эти системы использовали положительные характеристики каждой системы, участвующей в процессе интеграции. Фильтрация Калмана — широко используемая технология для интеграции датчиков в гибридные навигационные системы. Это математический алгоритм, который оценивает состояние системы на основе зашумленных и неполных измерений. Фильтр Калмана использует набор уравнений для оценки состояния системы с учетом характеристик шума и смещения датчиков. Есть три метода интеграции [1]:

Первый метод – это слабо связанная интеграция. Слабо связанная интеграция является одной из самых популярных структур связи из-за ее простоты и распространенности. Простота этой структуры заключается в том, что она рассматривает каждую из инерциальной системы ИНС и глобальной навигационной спутниковой системы ГНСС как две отдельные системы, каждая из которых обеспечивает свое собственное навигационное решение (положение, скорость). В этом методе могут быть оценены только ошибки инерциальной навигационной системы.

Второй метод - тесно связанная интеграция. Тесно связанная интеграция использует следующие параметры (псевдодальность, доплеровский коэффициент (скорость псевдодальности), координаты и скорость каждого отслеживаемого спутника, а также время, выражающее момент расчета). В тесной связи псевдодальность и доплеровский коэффициент вычисляются на основе координат инерциальной системы и

ее скорости, полученных от приемника (данные эфемерид). Затем выполняется коррекция с использованием фильтра Калмана на основе измерений, полученных от приемника. Также в этом методе можно оценить только ошибки инерциальной навигационной системы.

Третий метод – это сверхплотно связанная интеграция. Интеграция происходит по аналогии как и в предыдущим случае, но здесь ошибка Доплера и ошибка псевдодалности возвращаются в приемник ГНСС для использования в контуре слежения PLL с целью уменьшения полосы пропускания, что уменьшает различные формы шума и улучшает отслеживание спутников в высокой динамике.

В гибридных навигационных системах синхронизация необходима для получения стабильной и надежной навигационной информации. Было проведено компьютерное моделирование для проверки влияния временной задержки на алгоритм интегрирования между датчиками, и было обнаружено, что ошибка синхронизации оказывает большее влияние на тесно связанную интеграцию, чем на слабо связанную интеграцию [2]. Есть несколько вариантов для решения этой проблемы [3].

Первый вариант – это аппаратное решение. Используется многоканальная схема сбора данных, но это решение имеет сложную архитектуру, и оно очень дорогое.

Второй вариант – это программное решение. Используется контроллер прерываний, но в этом случае, навигационному компьютеру сложно управлять несколькими прерываниями одновременно, так же нет индикатора обновления данных для инерциального измерительного блока (ИИБ).

Обобщая выше изложенное предлагается, третий вариант - на основе комплексного пакета FPGA и GPS, который можно использовать с фильтрами искусственного интеллекта и дифференциальной интеграции. В этом случае можно изменять состояние переключателей, значения констант и коэффициентов усиления для взаимодействия с конструкцией без остановки или введения пробелов в обработке в реальном времени.

#### Список литературы

1. Ян С.К., Шим Д.С. Анализ влияния временной задержки на интегрированные навигационные системы GNSS/INS // TransNav. Т. 7. № 2. С. 4.
2. Li Q., Wang L., Zhai C., Zhan X. Time synchronization design based on FPGA in integrated GPS/INS system // Proceedings of the 2009. IEEE International Conference on Mechatronics and Automation. 2009. pp 2-4. DOI:10.1109/ICMA.2009.5245971.
3. Yang Y. Tightly Coupled MEMS INS/GPS Integration with INS Aided Receiver Tracking Loops. 2008. URL: [https://www.ucalgary.ca/engo\\_webdocs/NES/08.20270.YYang.pdf](https://www.ucalgary.ca/engo_webdocs/NES/08.20270.YYang.pdf) (Accessed 19.04.2023)

**УДК 0077.52**

## **КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ПАРАЛЛЕЛЬНОГО РОБОТА С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ**

Хуан Ц.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ  
1833593161@qq.com

Научный руководитель: Шахов А.В., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ

В производственных линиях электронной, пищевой, медицинской и военной



промышленности обычно выполняются такие операции [1], как погрузочно-разгрузочные работы, сортировка, упаковка и сборка. Предусматривается наличие высокой эффективности, но также может быть некоторый уровень загрязнения. Длительная повторяющаяся работа неизбежно приведет к ошибкам разной степени, поэтому необходимо внедрение роботов для замены ручного труда на производственной линии. Высокоскоростной параллельный робот с двумя степенями свободы, изученный в этой теме, обладает такими преимуществами, как высокая точность работы, высокая грузоподъемность, небольшое отношение собственного веса к нагрузке, легкая высокая скорость, легкое высокое ускорение и т.д. [2], а стоимость составляет ниже, чем у высоких степеней свободы. Поэтому исследования по этой теме очень актуальны.

Сначала выполняется композиционный принцип и степени свободы робота, чтобы заложить основу для последующего кинематического анализа. Затем необходимо проанализировать структуру механизма, чтобы уточнить количество и тип кинематических пар и количество компонентов, которые должны быть в механизме, а при заданных условиях определить длину тяг механизма, относительные углы и положения между связанными тягами и т.д.

Устройство имеет следующие преимущества:

1. По сравнению со структурой с двумя степенями свободы, использующей многоподвижную платформу, конструкция подвижной платформы упрощается, а качество конечной подвижной платформы снижается, так что динамические характеристики высокой скорости и высокого ускорения могут быть эффективно улучшены.

2. Ведущая пара представляет собой только вращающуюся пару, и количество движущихся компонентов, удаленных от статической платформы основания, невелико, поэтому инерционная нагрузка, создаваемая из-за высокой скорости, меньше, что способствует реализации высокоскоростного движения.

3. Структурный дизайн является переменным. Робот с механизмом с тремя степенями свободы может быть сформирован путем добавления винтовой передачи к базовой платформе механизма.

Затем следует кинематический анализ с использованием векторного метода замкнутого контура для получения положительного решения и обратного решения положения конца робота. Затем следует провести моделирование кинематики через Matlab, учитывая начальные условия, установить подпрограмму оператора решения уравнения обратной кинематики, а затем написать основную программу для получения кривых угла поворота, скорости вращения и углового ускорения каждого стержня. Затем провести моделирование кинематики через Solidworks при тех же начальных условиях, рассчитать пример расчета движения, а также получить кривые угла поворота, скорости и углового ускорения каждого стержня. Сравнивая два набора графиков, обнаруживается, что полученные графики непротиворечивы, поэтому проверяется правильность кинематической модели. Наконец, осуществляется планирование траектории механизма, и для планирования траектории используется полиномиальный закон движения 3-4-5 степени с учетом оптимизации времени и устойчивости движения. В конце планируется принять траекторию в форме дуги и рассчитать входную кривую активного стержня, а затем импортировать данные в Solidworks и обнаружить, что выходная траектория соответствует ожидаемой траектории. Таким образом, планирование траектории движения робота возможно и правильно.

По результатам экспериментов предложенная конструкция робота реализуема. Однако недостатком является то, что кинематический анализ может быть выполнен методом, более подходящим для модели робота, а его структурная конструкция может быть оптимизирована для завершения изготовления фактического прототипа и

экспериментальной проверки.

Список литературы

1. Яо Я., Чжан Д., Ли Е., Ли Ж.. Проектирование и анализ многогранного сетевого механизма захвата пространства // Журнал Нанкинского университета аэронавтики и астронавтики. 2019. № 51 (03). С. 263–271. DOI:10.16356/j.1005-2615.2019.03.001.
2. У Ф., Сюй Ц., Сюй Ц., Люй Х., Гу М.. Исследование конструкции и кинематических характеристик параллельного механизма 3-UPS/RPP // Механическая трансмиссия. 2020. № 44 (05). С. 59–64. DOI: 10.16578/j.issn.1004.2539.2020.05.009.

## РАЗДЕЛ «РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА»

### СЕКЦИЯ «РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА»

УДК 621.311.6

#### РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ИМПУЛЬСНОГО СТАБИЛИЗАТОРА ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Бакулин А.А.,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

bakulinaa@student.bmstu.ru

Волков М.Д.,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Шаповалов И.О.,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Шиврина П.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Научный руководитель: Родин М.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

В наши дни импульсные стабилизаторы напряжения (ИСН) находят широкое применение для электропитания радиоэлектронных средств. При построении современных ИСН разработчиками все чаще реализуется переход от аналогового к цифровому управлению силовыми ключами. В последнее время наблюдается тенденция создания лабораторного учебного оборудования, которое позволяло бы выполнять физические эксперименты в сопровождении компьютерных технологий. Следовательно, изучение и моделирование студентами цифровых импульсных стабилизаторов является актуальной задачей.

В качестве базовой схемы ИСН был выбран неизолирующий понижающий преобразователь постоянного напряжения с одним контуром обратной связи по напряжению, представленный на рисунке 1.

Управление силовым ключом реализовано посредством микроконтроллера. Микроконтроллер позволяет реализовать все основные алгоритмы управления стабилизатора, а именно широтно-импульсная модуляция (ШИМ), частотно-импульсная модуляция (ЧИМ) и гистерезисный метод, так как преимуществом использования микроконтроллера является независимость метода регулирования от аналоговой части [1]. Это возможно благодаря тому, что микроконтроллер объединяет в себе несколько функциональных блоков, представленных на рисунке 2.

Большинство современной радиоэлектронной аппаратуры потребляет электроэнергию непостоянно. По сути стабилизатор в цепи питания радиоэлектронной аппаратуры работает на динамическую нагрузку. При переключении нагрузки наблюдаются переходные процессы в цепи питания. Для анализа скорости подавления переходных процессов микроконтроллером была реализована искусственная динамическая нагрузка.

Для демонстрации гибкости настройки и реализации методов управления, было реализовано 3 алгоритма ШИМ управления: пропорциональный, пропорционально-интегрирующий, пропорционально-интегрирующий-дифференцирующий.

Разработанная математическая модель цифрового импульсного стабилизатора сравнивалась с реальным лабораторным стендом. Принципы работы схемы управления лабораторного макета полностью соответствуют математической модели, из чего можно сделать вывод, что модель может использоваться в целях обучения студентов.

Исследование макета ИСН показало его работоспособность с предложенным цифровым контуром управления. При этом в ИСН обеспечивается стабильность выходного напряжения и длительность переходных процессов в 2-3 периода преобразования при ступенчатом изменении тока нагрузки. Комплекс позволяет контролировать такие характеристики, как выходная мощность, напряжения и токи.

#### Список литературы

1. Головин А.А., Смирнов В.С., Филин В.А. Проектирование оптимальной цифровой обратной связи в импульсных ИВЭП. // Практическая силовая электроника. 2011. № 2(42). С. 45-51.

**УДК 621.372.832.43**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛНОВОДНОГО НАПРАВЛЕННОГО ОТВЕТВИТЕЛЯ**

Крупская А.Е., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

krupskaya24@mail.ru

Научный руководитель: Русов Ю.С., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Волноводные узлы находят широкое применение в радиоэлектронных системах сантиметровых и миллиметровых волн. Одним из таких узлов является направленный ответвитель, используемый в измерительных трактах, а также в качестве базового элемента волноводных делителей в антенных решетках. Известны широкополосные и компактные направленные ответвители на связанных линиях передачи с Т-волнами [1]. Направленные ответвители на основе скрещенных прямоугольных волноводов имеют высокую электрическую прочность [2], характеризуются удобством использования в волноводных системах и широкополосностью [3], а также простотой конструкции и высокой технологичностью, что объясняет их частое использование в технике. Представляет практический интерес исследование зависимости основных электрических характеристик таких устройств от размеров их элементов.

В работе исследуется направленный ответвитель, состоящий из двух взаимно перпендикулярных отрезков прямоугольного волновода, имеющих общую широкую стенку. Ответвитель изготавливается на основе волноводной трубы стандартного сечения. В первом отрезке волноводной трубы выполняется отверстие связи крестообразной формы [2]. Отверстие связи расположено на расстоянии  $x$  от осей волновода и имеет следующие размеры: ширину прорези отверстия  $h$  и длину  $d$ . Прорези отверстия связи повернуты относительно продольной оси волновода на угол  $45^\circ$ . В широкой стенке второго отрезка волноводной трубы фрезеруется окно, ширина которого обеспечивает совмещение двух волноводных труб без зазоров. При этом отверстие связи в широкой стенке первого волновода оказывается размещенным в окне широкой стенки второго волновода. Две волноводные трубы соединяются между собой, например, с применением сварки.

Основными электрическими характеристиками направленного ответвителя являются:

- коэффициент стоячей волны по напряжению  $K_{стU}$  на входе;
- коэффициент прямой передачи  $S_{21}$  (коэффициент передачи со входа 1 на выход 2);
- коэффициент передачи ответвляемой волны  $S_{31}$  (коэффициент передачи со входа 1 на выход 3);
- коэффициент передачи в развязанное плечо  $S_{41}$  (коэффициент передачи со входа 1 на выход 4).

На характеристики данного устройства могут влиять технологические параметры, которые влекут за собой отклонение электрических характеристик от идеальных. К таким параметрам относятся: допуски на расположение и размеры отверстия связи, качество сварки в месте соединения двух волноводов, шероховатость внутренних поверхностей каналов, а также отклонение формы волноводов от идеальной. Коэффициенты  $S_{21}$  и  $S_{41}$  при изменении основных размеров в пределах технологических допусков, как правило, не выходят за допустимые пределы. В связи с этим в работе основное внимание уделено коэффициенту стоячей волны  $K_{стU}$  на входе устройства и коэффициенту передачи ответвляемой волны  $S_{31}$ .

Проведено исследование влияния размеров  $x$ ,  $h$  и  $d$ , определяющих положение и размеры отверстия связи, на электрические характеристики направленного ответвителя. Величины рассмотренных отклонений размеров выбраны с учетом возможностей доступных технологических процессов, которые могут применяться при изготовлении деталей изделия. Исследованные отклонения размеров отверстия связи обеспечиваются, например, при выполнении этих отверстий фрезерованием металлических волноводных труб.

Полученные результаты показали, что при изменении размера  $x$  в достаточно широких пределах коэффициент стоячей волны по напряжению на входе ответвителя не превышает величины 1,05, что позволяет назначить довольно широкое поле допуска для этого размера. Зависимость коэффициента передачи ответвляемой волны  $S_{31}$  от размера  $x$  также выражена слабо. При номинальном значении размера, например, порядка  $0,2\lambda_0$  и его отклонении в пределах  $\pm 0,01\lambda_0$  изменение  $S_{31}$  на средней частоте не превышает  $\pm 0,6$  дБ.

Зависимость коэффициента передачи ответвляемой волны  $S_{31}$  от размеров отверстия связи  $d$  и  $h$  выражена более существенно. Одновременное отклонение размера  $d$  на величину порядка  $0,01\lambda_0$ , а также размера  $h$  на  $0,005\lambda_0$  от номинальных значений приводит к изменению  $S_{31}$  на 1,9 дБ на средней частоте и до 2,8 дБ на более высокой частоте  $f_0+20\%$ , что может превышать допустимый разброс этой величины. В связи с этим при необходимости высокой повторяемости значения коэффициента передачи ответвляемой волны при серийном производстве устройства данные размеры требуют назначения более жестких допусков по сравнению с допуском на размер  $x$ .

Проведенные исследования показали, что электрические характеристики направленного ответвителя на основе скрещенных прямоугольных волноводов при изменении размеров отверстия связи в пределах допусков, обеспечиваемых доступными технологиями, остаются в интервалах, приемлемых во многих практических случаях. Результаты исследований могут быть использованы для обоснования технологических допусков на основные конструктивные размеры изделия.

#### Список литературы

1. Сазонов Д.М., Гридин А.Н., Мишустин Б.А. Устройства СВЧ: учебное пособие / под ред. Д.М. Сазонова. М.: Высшая школа, 1981. 295 с.

2. Чернушенко А.М., Петров Б.В., Малорацкий Л.Г., Меланченко Н.Е., Бальсевич А.С. Конструирование экранов и СВЧ устройств: учебник для вузов / под ред. А.М. Чернушенко. М.: Радио и связь, 1990. 352 с.
3. Боловин А.А., Матвеева М.В., Малинова О.Е., Гурьева П.В. Использование крестообразных направленных ответвителей в волноводных структурах с сечением 72x10 в S-диапазоне частот // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2016. № 27-2. С. 16-20.

**УДК 621.396.697**

**ПРЕОБРАЗОВАНИЕ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НАЗЕМНОЙ МНОГОПОЗИЦИОННОЙ РЛС**

Соловьев А. В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»  
asolovev02@gmail.com

Научный руководитель: Савельев А.Н., д.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Повышенное внимание к обеспечению безопасности полетов и решению аэронавигационных задач определяет необходимость совершенствования наземных радиолокационных систем обзора летного поля (РЛС ОЛП). Одним из перспективных направлений совершенствования и развития РЛС ОЛП является создание многопозиционных радиолокационных комплексов (МП РЛК ОЛП) с использованием в качестве первичного радиолокационного датчика (РЛД) маломощной твердотельной, легкой и относительно дешевой РЛС кругового обзора. МП РЛК ОЛП представляет собой комплекс, в состав которого входят несколько РЛД и средства обработки радиолокационной информации, обеспечивающие выдачу единого отчета об одиночной цели, находящейся в зоне действия датчиков системы. В результате работы каждый РЛД формирует цифровые кадры радиолокационных изображений (РЛИ), которые затем поступают в систему совместной обработки. Качество сформированных РЛИ непосредственно влияет на выходные характеристики всего комплекса. Оно должно удовлетворять как автоматической обработке с последующей классификацией объектов на изображении, так и хорошо восприниматься зрительными органами человека. В связи с этим возникает вопрос о повышении и оценке качества РЛИ.

Повышением качества изображения называется процесс манипулирования изображением, в результате которого оно становится более подходящим для конкретного применения, чем оригинал [1]. Преобразование изображений разделяется на три класса: яркостные и частотные преобразования, пространственная фильтрация. Яркостные преобразования и пространственная фильтрация реализуются в пространственной области, под которой понимается плоскость изображения. В частотных методах операции выполняются над результатами Фурье-преобразования изображения. Яркостные преобразования оперируют отдельными пикселями изображения с целью управления его контрастом и выполнения пороговых операций. Пространственная фильтрация осуществляет повышение резкости изображения, оперируя над окрестностью каждой точки изображения. Последние два класса преобразований наиболее актуальны для поставленной задачи.

Применительно к РЛИ актуальными яркостными методами преобразования являются пороговая обработка и применение калибровочных функций (КФ), так как подобные методы позволяют выделять на изображении объекты для последующей

классификации. Различные КФ применяются для согласования динамических диапазонов принимаемых сигналов и устройств отображения РЛИ, что позволяет достаточно эффективно решать задачу обнаружения отметок от целей с различными интенсивностями. Пространственная фильтрация позволяет снизить зашумленность изображения и зачастую применяется в качестве предварительной обработки РЛИ [2].

Значимым методом преобразования является совмещение кадров, полученных от различных РЛД. Данный метод позволяет совместно обрабатывать все кадры, вследствие чего получать больше информации о зоне ответственности системы. Совмещение кадров подразумевает под собой пространственное выравнивание кадров с целью достижения совпадения контуров объектов путем применения некоторого геометрического преобразования. Применительно к совмещению РЛИ наиболее актуально аффинное преобразование, так как оно позволяет учитывать поворот кадров относительно друг друга, изменение масштаба, а также дает хорошее приближение искажений, претерпеваемых небольшим плоским фрагментом объекта при малом изменении ракурса.

Отдельной задачей является поиск параметров геометрического преобразования. Для ее решения применяется один из двух методов: корреляционно-экстремальный (КЭМ) или некорреляционный метод с использованием локальных особенностей изображения (например, ярких точек) [3]. Суть КЭМ сводится к поиску максимума некоторой критериальной функции (например, взаимной корреляционной функции) двух кадров. Координаты максимума критериальной функции соответствует вектору параметров геометрического преобразования. Суть некорреляционного метода состоит в поиске набора некоторых особых точек на всех кадрах, которые позволяют сформировать вектор параметров геометрического преобразования. Особые точки должны быть инварианты к изменению яркости, ракурса, масштаба и положения. Сравнительный анализ этих методов совмещения позволяет сделать вывод, что наиболее предпочтительным по скорости работы и качеству совмещения является некорреляционный метод. Целесообразным представляется объединение преимуществ корреляционных методов (высокая точность и слабая зависимость от структуры совмещаемых изображений) и некорреляционных методов (высокое быстродействие).

Оценка качества РЛИ осуществляется с использованием большого числа показателей качества. К основным показателям можно отнести: среднюю яркость, контрастность, резкость, дисперсию и энтропию.

#### Список литературы

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений / М.: Техносфера, 2005. 1072 с.
2. Исаев И.Д., Савельев А.Н., Семенов А.Н. Анализ калибровочных характеристик для кадров радиолокационной информации наземной многопозиционной радиолокационной системы // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2020. Т. 18. № 6. С. 51-61.
3. Совмещение изображений в корреляционно-экстремальных навигационных системах. Монография / Под ред. Л.Н. Костяшкина, М.Б. Никифорова. М.: Радиотехника, 2015. 208 с.

## СЕКЦИЯ «ЛАЗЕРНЫЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ»

УДК 528.8.042

### МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВЕРИФИКАЦИЯ ЗАКОНА УПРАВЛЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ В СРЕДЕ ZEMAX

Башкатов Г.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

george.bashkatov@yandex.ru

Научный руководитель: Животовский И.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Лазерная локация объектов в настоящее время является одним из самых высокоточных методов обнаружения различных объектов и получения информации об удаленных объектах (дальность, координаты, размеры, форма и т.п.). Общие принципы работы локационных систем, а также расчет их параметров и выбор конструкции описаны в [1]. Отдельной областью этого научно-технического направления является локация световозвращающих объектов, в дальнейшем – световозвращатели (СВ). В силу малых размеров этих объектов необходимо точное наведение локационного пучка при помощи зеркальной систем для обеспечения удовлетворительного отношения сигнал/шум, точного определения дальности до СВ и локальных координат СВ. Такие локационные системы называются пространственными оптическими системами и общие принципы их математического описания описаны в работах [2,3].

В данной работе представляется нахождение математического закона управления зеркалами, осуществляющими наведение на СВ и его верификация в среде Zemax. Описываемая система осуществляет сканирование по углам азимута  $A$  и места  $M$ , точное наведение лазера дальномера при помощи зеркал, поворачивающихся на углы  $\alpha, \beta$ . Математическое описание наведения пучка дальномера на СВ путем разворота зеркал на углы  $\alpha, \beta$  и тем самым, выведения световозвращенного блика от СВ в центр матричного приемника излучения (МПИ) координатора объекта, можно произвести при помощи векторно-матричного метода описания при помощи матриц поворота и отражения  $M_i$  зеркальных элементов, приведенных в [1,3].

Вектор направления на СВ на выходе системы  $\overline{V}_s$  можно найти при помощи матрицы преобразования зеркальной системы  $M = \prod M_i$ , и начального вектора направления матрицы  $\overline{V}_0$  как:

$$\overline{V}_s = M \cdot \overline{V}_0. \quad (1)$$

Вектор  $\overline{V}_s$  в таком случае зависит от углов  $A, M, \alpha, \beta$ , локальных координат  $x, y$  на МПИ и фокусного расстояния  $f$  объектива МПИ. Закон управления зеркалами можно найти из условия точного наведения:

$$M(A, M, \alpha = 0, \beta = 0) \cdot \overline{V}_0(x, y, f) = M(A, M, \alpha, \beta) \cdot \overline{V}_0(x = 0, y = 0, f) \quad (2)$$

В работе были рассмотрены два варианта построения локационных систем, отличающиеся расположением матриц координаторов углового направления на СВ объект и углового положения пучка лазера дальномера в подвижной и неподвижной части азимутально-угломестного сканирующего привода. В работе найдены выражения для  $\alpha, \beta$ , являющиеся законом управления зеркалами для каждой из систем.



В непоследовательном режиме Zemax были смоделированы исследуемые локационные системы. Для управления системами был написан макрос, позволяющий задать корректное положение каждого элемента в локальной системе координат.

В результате проведенной проверки, законы управления зеркалами каждой из систем были верифицированы в среде Zemax. В процессе проверки были обнаружены явления вращения объектной сцены, а также явления вращения центра пучка в первой и второй системах, соответственно. Также был проведен анализ двух локационных систем и выделены их достоинства и недостатки.

Предложенная методика может быть использована для любой зеркальной локационной системы, системы отклонения пучка для фотолитографии и других подобных систем как простой и эффективный метод контроля расчетов.

#### Список литературы

1. Карасик В.Е., Орлов В.М. Локационные лазерные системы видения. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана., 2013. 478, [2] с.: ил.
2. Бронштейн Ю.Л. Геометрия и юстировка крупных зеркальных систем. М.: Изд-во: ДПК Пресс, 2020. 818 с., ил
3. Сивцов Г.П. Пространственные оптические системы. Новосибирск: Изд-во СГГА, 2011. 332 с.

**УДК 535.8+574/577**

### **ЗАВИСИМОСТЬ ВЯЗКОУПРУГИХ СВОЙСТВ БИООБЪЕКТОВ ОТ ИХ СОСТОЯНИЯ**

Ванюшин М.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

van.mih2000@mail.ru

Научный руководитель: Носов П.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Исследование направлено на изучение изменения вязкоупругих свойств биообъектов, прежде всего клеток, в зависимости от их состояния. В перспективе данные исследования позволят найти новые методы выявления болезней, а также решить проблемы адресной доставки лекарств в организме человека и другие задачи в биомедицине [1].

Целью работы является анализ вязкоупругих свойств биообъектов при динамике их состояния на основе существующих научных работ [1-3].

Процессы миграции, деления, пролиферации и т.п. в клетках тесно взаимосвязаны с её вязкоупругими свойствами. В частности, именно этими свойствами обусловлено возникновение и распространение метастазов [2]. По этим причинам знание точных вязкоупругих характеристик исследуемых *in vivo* клеток позволяет оценить присутствие и степень болезни, отделить здоровые клетки от больных, а также спрогнозировать дальнейшие последствия. Данные рассуждения верны и при масштабировании: аналогично исследованию клеток мы можем проводить анализ эмбрионов, опухолей и даже целых органов.

Главной характеристикой вязкоупругих свойств биообъектов принято считать модуль Юнга, и она становится первой, которую определяют исследователи. Авторы показали, что модуль Юнга уменьшается с увеличением инвазивности раковых клеток, то есть с прогрессом болезни, и зависит одновременно с этим от окружающей среды

(субстрата). Также с развитием рака в клетках уменьшается разность между модулем Юнга и модулем механических потерь. При этом характерно, что для раковых клеток окружающая среда (субстрат) влияет на вязкоупругие свойства в биообъекте меньше.

С другой стороны, в работе показано, что в некоторых частных случаях, например, при заболеваниях глаза, изменение вязкоупругих свойств без знания абсолютных величин является уже достаточной информацией для характеристики прогресса болезни. Измеряя собственные частоты роговицы, можно судить, является ли она здоровой или нет и на основе этого проводить дальнейшее вмешательство, при этом частоты определяют *in vivo* с помощью лазерного излучения.

Одним из методов определения на практике динамики вязкоупругих характеристик является выявление собственных частот биообъекта, которые напрямую связаны с такими его параметрами, как вязкость, модуль Юнга и другие физические модули. Другой подход заключается в использовании контактного метода на атомно-силовом микроскопе.

Следует отметить, что, хотя метод атомно-силовой микроскопии позволяет определить указанные характеристики с высокой точностью, его применение возможно только в лабораторных условиях вне живого организма по причине сопутствующих повреждений в результате контактного метода. Для проведения исследований без взятия проб и причинения вреда, внутри организма используют другие методы, например, акустический или оптический [3], в котором определяются собственные частоты изучаемого объекта.

Таким образом, показана связь состояния биообъекта и его вязкоупругих характеристик. Полученные данные можно использовать для обнаружения онкологии и прогнозирования развития болезни.

#### Список литературы

1. Abidine Y. et al. Viscoelastic properties in cancer: From cells to spheroids // *Cells*. 2021. V. 10. №. 7. pp. 1704.
2. Rianna C., Radmacher M. Comparison of viscoelastic properties of cancer and normal thyroid cells on different stiffness substrates // *European biophysics journal*. 2017. V. 46. pp. 309-324.
3. Lan G. et al. In vivo human corneal natural frequency quantification using dynamic optical coherence elastography: repeatability and reproducibility // *Journal of biomechanics*. 2021. V. 121. pp. 110427.

**УДК 535.016:535-15**

### **РАСЧЁТ ЧИСЛЕННЫМ МЕТОДОМ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МИКРОСТРУКТУР НА SI, ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ГРАДИЕНТНЫМ ПРОСВЕТЛЯЮЩИМ ПЛЁНКАМ ДЛЯ СРЕДНЕГО ИК-ДИАПАЗОНА**

Герасименко А.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»  
g3rsim@gmail.com

Научный руководитель: Бушунов А.А., м.н.с.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «Фотоника и ИК-техника»

Для среднего ИК-диапазона характерны большие френелевские потери ввиду высоких показателей преломления используемых материалов. Широко применяемым методом их уменьшения является нанесение просветляющих покрытий. Однослойные покрытия обладают рядом недостатков, среди которых – увеличение пропускания только

для одной длины волны. Использование многослойных покрытий в большей степени решает эту проблему, особенно если они обеспечивают плавный переход между показателями преломления сред, на границе которых расположены просветляющие плёнки. Далее представлены две математические зависимости показателя преломления от метрической глубины покрытия, которые обеспечат пропускание, близкое к 100 %. [1] Первая зависимость представляет собой кривую пятой степени – Quintic (Q):

$$n_Q(z) = n_{\max} - (n_{\max} - n_{\min}) \left[ 10 \left( \frac{z}{d} \right)^3 - 15 \left( \frac{z}{d} \right)^4 + 6 \left( \frac{z}{d} \right)^5 \right] \quad (1)$$

где  $z$  – метрическая толщина;

$d$  – толщина;

$n_{\max}$  и  $n_{\min}$  – наибольший и наименьший показатели преломления подложки и среды, соответственно.

Вторая зависимость включает в себя полупериод экспоненциального синуса – Exponential sine (ES):

$$n_{ES}(z) = \eta_{\max} \cdot \exp \left( \frac{1}{2} \ln \left( \frac{\eta_{\max}}{\eta_{\min}} \right) \cdot \left\{ \sin \left[ \pi \left( \frac{x}{x_{\text{tot}}} \right) + \frac{\pi}{2} \right] - \sin \left( \frac{\pi}{2} \right) \right\} \right) \quad (2)$$

где  $\eta_{\max}$  и  $\eta_{\min}$  – наибольшая и наименьшая оптические проводимости подложки и среды (в случае нормального падения излучения принимается  $\eta = n$ );

$x = \int_0^z ndz$  – оптическое расстояние от подложки;

$x_{\text{tot}} = \int_0^d ndz$  – полная оптическая толщина покрытия.

Из-за сложности технологического процесса, который обеспечил бы подобный профиль изменения показателя преломления, реализация таких плёнок сложно осуществима. В среднем ИК-диапазоне создание также усложняется большой толщиной напыляемого покрытия.

Перспективной альтернативой просветляющим плёнкам являются микроструктуры. Они лишены многих недостатков, характерных для плёнок, таких как недостаточная адгезия для материалов с неровной рабочей поверхностью, просветление малого диапазона длин волн и сложность подбора материала покрытия. Целью работы было преобразовать профили показателей преломления (1) и (2) плёнки в геометрическую форму микроструктур, проверить эквивалентность полученной микроструктуры градиентной плёнке и рассмотреть возможность её создания.

С использованием модели Максвелла Гарнетта из теории эффективной среды (ТЭС) профили показателя преломления (1) и (2) были преобразованы в формы микроструктур для Si. [2] На основании полученных значений в программе Comsol Multiphysics был проведен расчёт численным методом конечных элементов микроструктур с аналогичной морфологией. Результаты численного расчёта показали, что пропускание микроструктур совпадает с пропусканием градиентных плёнок с разницей не более 1 % в диапазоне длин волн от 2 до 10 мкм, что подтвердило гипотезу об их эквивалентности. Причём в диапазоне от 2 до 3 мкм пропускание градиентных плёнок оказалось выше пропускания микроструктур в среднем на 0,19 %, а в диапазоне от 3 до 10 мкм пропускание больше у микроструктур в среднем на 1,69 %. Для обоих профилей при глубинах структур от 3 до 5 мкм пропускание в диапазоне длин волн от 2 до 8 мкм стабильно составляет >97,78 %, причём у ES-профиля по сравнению с Q-профилем оно выше в среднем на 0,53 %. Увеличение глубины позволяет повысить пропускание в диапазоне от 2 до 10 мкм – для микроструктуры глубиной 5 мкм оно составляет >99,54 % для ES-профиля.

Современные методы реактивного ионного травления и лазерной микрообработки не позволяют создать морфологию требуемого профиля. Для реализации полученных микроструктур реактивным ионным травлением профиль показателя преломления был дискретизирован. Полученные микроструктуры хоть и демонстрируют меньшее пропускание, однако их создание реактивным ионным травлением покажет, возможно ли повторение подобных микроструктур на кристаллах с сохранением данных, продемонстрированных моделями. В случае положительных результатов микроструктуры с морфологией, близкой к полученной с помощью ТЭС, могут стать не только эффективной альтернативой многослойным просветляющим плёнкам, но и уже создаваемым различными методами микроструктурам.

#### Список литературы

1. Poitras D, Dobrowolski J.A. Toward perfect antireflection coatings. 2. Theory // Applied Optics. 2004. V. 43, №. 6. DOI:10.1364/OIC.2001.TuA2.
2. Ефимова А.И., Головань Л.А., Кашкаров П.К., Сенявин В.М., Тимошенко В.Ю. Инфракрасная спектроскопия систем пониженной размерности: учебное пособие. Санкт-Петербург: Изд-во «Лань», 2016. С. 29—33.

**УДК 004.932.72'1**

### **УЛУЧШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ В ИНФРАКРАСНОМ ДИАПАЗОНЕ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Голубев И.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

[giv191175@student.bmstu.ru](mailto:giv191175@student.bmstu.ru)

Научный руководитель: Вязовых М.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Использование микроболометрических матриц в качестве приемников излучения в ИК – диапазоне является распространенной практикой, из-за их высоких технических характеристик, однако относительно невысокое пространственное разрешение не способствует уверенному распознаванию малоразмерных объектов – в том числе и с помощью сверточных нейронных сетей. В данной работе предлагается способ искусственного увеличения пространственного разрешения изображения – различными интерполяционными методами для повышения вероятности правильного обнаружения малоразмерных целей - типа БПЛА (беспилотный летательный аппарат).

На начальном этапе обработки кадра производится пороговый метод обнаружения малоразмерных зон интереса.

По прямоугольной зоне неба (суммарной площадью 100 пикселей) происходит вычисление среднего значения и СКО (среднеквадратичное отклонение) сигнала с выбранных пикселей. По эмпирически подобранному критерию “ $8 - \sigma$ ” устанавливается порог обнаружения. Используя ранее найденный порог, создается бинарное изображение исходного кадра. Далее на нем находятся и записываются координаты замкнутых малоразмерных контуров, площадь которых должна лежать в пределах от 4 до 20 пикселей, которые уже в дальнейшем будут использоваться для интерполяции.

В качестве методов интерполяции в данной работе рассматриваются: билинейная, бикубическая и метод Ланцоца (расположены по уменьшению быстродействия [1]). Коэффициент масштабирования – 2. После применения вышеперечисленных методов интерполяции на найденные в пороговом методе участки изображения и подачи

полученных кадров на вход сверточной нейросети YOLOv4 – tiny, была проанализирована оценочная вероятность распознавания цели данной нейросетью до и после применения интерполяции.

В результате, после применения всех методов интерполяции удалось получить прирост оценочной вероятности распознавания. Для билинейной по случайной выборке из 14 кадров, где присутствует цель, в среднем прирост составил на 4,56% (от 0,5% до 20,1%); для бикубической на 7,97% (от 0,3% до 27,7%); для метода Ланцоша на 8,61% (от 0,3% до 26,8%).

Самым эффективным методом интерполяции по соотношению прирост вероятности правильного распознавания к быстродействию алгоритма составил бикубический метод интерполяции.

#### Список литературы

1. Трубаков А.О., Селейкович М.О. Сравнение интерполяционных методов масштабирования растровых изображений // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2017. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnenie-interpolyatsionnyh-metodov-masshtabirovaniya-rastrovyh-izobrazheniy> (Дата обращения 29.04.2023).

**УДК 535.3,616**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ КОЖИ ЧЕЛОВЕКА МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ ДИФФУЗНОГО ОТРАЖЕНИЯ В ЧЕТВЁРТОМ ОКНЕ ПРОЗРАЧНОСТИ**

Кириянов К.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»  
relora@mail.ru

Назаров Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Научный руководитель: Тарабрин М.К., к.т.н., с.н.с.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «Фотоника и ИК-техника», Лаборатория стабилизированных лазерных систем,

Рак кожи составляет около 5% всех случаев онкологии [1]. Его ранняя стадия сопровождается повышением отношения коллагена к воде в пораженном участке кожи. Регистрация этих изменений при помощи спектроскопии диффузного отражения позволила бы проводить неинвазивную диагностику онкологии без повреждения тканей в ходе биопсии. В четвертом окне прозрачности воды существует перспективный для спектроскопии пик коллагена на 2170 нм. Этот пик важен ввиду того, что поглощение коллагена в этой области выше поглощения воды, которое в противном случае, не позволило бы детектировать коллаген [2]. Для обнаружения данного пика необходим мультиспектральный анализ образца, для чего был разработан лазерный источник на основе кристалла селенида цинка, легированного ионами хрома с автоматической перестройкой длины волны в диапазоне от 2,1 до 2,4 мкм и мощностью от 10 до 30 мВт.

В ходе исследования перестройка длины волны производилась при помощи фильтра Лию, установленного внутри зеркально-линзового резонатора лазерного источника излучения. Фильтр управлялся электродвигателем, подключенным к компьютеру, на котором, для управления перестройкой, в среде LabView была разработана программа. Отфильтрованное таким образом, излучение через первое оптоволокно доставлялось от лазерного источника к образцу, а после, с помощью второго

оптоволокна, диффузно рассеянное в образце, собиралось и направлялось для анализа в спектрометр. Поскольку излучение подавалось на образец с помощью оптоволокна, необходимо было учесть его спектральную характеристику пропускания, для чего измерения интенсивности диффузно отраженного от образца излучения производилось относительно эталона, в качестве которого использовался фторопласт. Образцом для исследования являлась кожа на пальце, обработанная спиртом для устранения водно-жировой пленки на поверхности кожи. Внутри кожи свет распространяется по дугообразной траектории, что позволяет, изменяя расстояние между волокнами источника и приемника, регулировать глубину зондирования. В рамках исследования расстояние между волокнами изменялось от 0 до 0,3 мм с шагом 0,05 мм. Результаты моделирования методом Монте-Карло показали, что в рамках исследования зондирование проводилось на глубину до 1 мм, что значит, что все измерения проводились только в слое эпителия.

В результате измерений рассчитывался спектр оптической плотности образца, как логарифм отношения интенсивности излучения, диффузно рассеянного от фторопласта, по отношению к интенсивности излучения, диффузно рассеянного от образца. После обработки полученных спектров, искомые пики коллагена детектировались в спектрах оптической плотности кожи, полученных при каждом из расстояний между волокнами, при которых проводились измерения. Для того, чтобы оценить вклад коллагена в полученные спектры, было проведено их линейное разложение на спектры поглощения коллагена и воды – основных компонентов кожи, показавшее, что коэффициент вклада коллагена при изменении глубины зондирования остается неизменным, что говорит о корректности проведенных измерений, поскольку все они проводились только для одного слоя кожи – эпителия.

Подводя итоги, в ходе исследования был разработан лазерный перестраиваемый источник на основе селенида цинка, благодаря которому методом спектроскопии диффузного отражения были проведены измерения, свидетельствующие о возможности использования данного метода для детектирования отношения коллагена к воде в коже человека. В перспективах планируется оценить применимость этого метода для диагностики онкологических заболеваний кожи.

#### Список литературы

1. Amundadottir L.T. et al. Cancer as a complex phenotype: pattern of cancer distribution within and beyond the nuclear family // PLoS medicine. 2004. V. 1. №. 3. pp. 65.
2. Sordillo D.C. et al. Short wavelength infrared optical windows for evaluation of benign and malignant tissues // Journal of biomedical optics. 2017. V. 22. №. 4. pp. 045002-045002.

#### УДК 004.932.4

### **АЛГОРИТМЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.**

Козырев В.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

kozyrevvd@rambler.ru

Научный руководитель: Вязовых М.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

В наши дни беспилотно летательные аппараты (БПЛА) применяются для решения задач в самых различных отраслях: аэросъёмка, сельское хозяйство, картография,

транспортировка, лесоохрана, пожарная охрана, оборонно-промышленный комплекс (ОПК) и пр. В процессе решения задач часто необходимо производить распознавание объектов. Одним из часто используемых способов распознавания объектов является распознавание с помощью нейросетей. Для успешного решения большинства поставленных задач требуется высокая точность и стабильность работы нейросети. В данной работе рассмотрены алгоритмы предобработки изображений с телевизионного (ТВ) и тепловизионного каналов, которые заметно повышают вероятность распознавания объектов с помощью нейросетей.

Предложенный алгоритм предобработки можно разбить на 4 основных шага. На 1 этапе цветное RGB изображение ТВ канала приводится к градациям серого с учётом функции видности глаза. [1] За счёт этого дальнейшая обработка будет выполняться только для 1 подканала вместо 3, что даст значительный выигрыш в производительности. Если распознаваемый объект не привязан к конкретному цвету, то данная операция позволит исключить ложные цветовые градиенты из изображения, что уменьшит вероятность ошибки нейросети.

Главный враг любого цифрового алгоритма — это шум, поэтому на 2 этапе производится борьба с шумами. Сначала предлагается отфильтровать импульсный шум с помощью медианного фильтра. Данный тип шума может возникать из-за битых пикселей в камере оптико-электронной системы БПЛА и за счёт быстрых переходных процессов в электронике. Затем производится фильтрация шумов с произвольной статистикой. Фильтрация обычным низкочастотным фильтром (НЧ) привела бы к потере мелких деталей на изображении, что не всегда допустимо в задачах распознавания, особенно на больших расстояниях. Для этого был предложен алгоритм адаптивного фильтра, который управляется изображением. Если окно фильтра попадает на фон или область без резких границ и переходов, то адаптивный фильтр работает аналогично НЧ фильтру. При попадании окна фильтра на резкий переход, адаптивный фильтр оставляет границу чёткой и не размывает её. Таким образом, удаётся отфильтровать шум с минимальной потерей резкости и мелких деталей.

После фильтрации шумов было предложено повысить информативность изображения и увеличить количество признаков для распознавания за счёт комплексирования изображений. В результате, нейросети необходимо производить распознавание только на 1 комплексированном изображении, что уменьшит расход вычислительных ресурсов системы. За основу брался кадр ТВ изображения и на него накладывалась информация с тепловизионного изображения. В результате на комплексированном изображении появилась информация о распределении температур объектов и температурные градиенты. Для решения данной задачи было апробировано 8 различных алгоритмов.[2] Суперпозиция с нормировкой, метод шахматной доски и метод построчного слияния показали посредственные результаты с точки зрения качества комплексированного изображения. Хороший результат показали методы, основанные на декомпозиции с помощью дискретного преобразования Фурье или дискретного косинусного преобразования, а также основанные на пороговом сравнении локальных групп пикселей. Наилучшие результаты комплексирования получены с помощью линейной регрессии и декомпозиции изображения, основанной на вейвлет преобразованиях. Важным преимуществом вейвлет преобразований является локализованность вейвлет функций, что позволяет проводить локальный спектральный анализ. Спектральные вейвлет коэффициенты соответствуют не только амплитудам различных частот, но и различным пространственным участкам на изображении.[3]

На заключительном этапе было предложено проводить морфологическую обработку комплексированного изображения. Для решения этой задачи использовался

морфологический градиент, который вычисляется как разница между дилатацией и эрозией данного изображения. Эта операция позволяет повысить чёткость границ объектов и усилить естественные градиенты, что важно для повышения вероятности распознавания объектов нейросетью.[1]

В результате использования данного алгоритма, вероятность распознавания исследуемых объектов увеличилась в среднем на 17 %. Тесты были выполнены с использованием PyTorch 1.8.0, OpenCV 4.5.1 и TensorFlow 2.4 на большой выборке изображений объектов разных классов в среде Google Colab на языке программирования Python 3.9.

#### Список литературы

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений: изд. 3-е, исправленное и дополненное. Москва: Техносфера, 2012. 1104 с.
2. Фролов В.Н., Тупиков В.А., Павлова В.А., Александров В.А. Методы информационного совмещения изображений в многоканальных оптико-электронных системах. // Известия ТулГУ. Технические науки. 2016. В. 11. Ч. 3. С. 95 – 104
3. Teterin V.V., Pavlova V.A., Aleksandrov V.A. Method of combining information from a multichannel system, using wavelet spectra. // Opticheski Zhurnal. 2006. № 73. pp. 47–51.

#### УДК 606

### **АНАЛИЗ РАНЕВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТОНЗИЛЛЯРНЫХ НИШ НА ОСНОВЕ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Куликова Е.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»  
Jkul2001@gmail.com

Научный руководитель: Гурылева А.В., к.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Тонзиллит – воспалительный процесс в миндалинах, который может нести множество осложнений в отсутствие своевременного лечения. При определенных формах тонзиллита рекомендуется проводить хирургическое вмешательство по удалению небных миндалин – тонзилэктомия [1]. Самым опасным постоперационным осложнением является вторичное кровотечение. Для его избежания необходима своевременная диагностика и контроль слизистой. Для скрининга раневой поверхности подходят неинвазивные оптические методы на основе анализа перфузии. Существующие методы диагностики подразумевают особые условия во время использования, введение дополнительных веществ, либо обладают недостаточной чувствительностью и точностью.

Одним из методов оценки состояния мягких тканей слизистых является фотоплетизмография (ФПГ). ФПГ позволяет определить изменение объема крови в микроциркуляторном русле ткани. ФПГ основана на регистрации в течение ограниченного времени и последующем анализе изображений исследуемой ткани, позволяющем оценить изменение во времени объема крови в микроциркуляторном русле исследуемой ткани, или перфузию [2]. ФПГ является простым в технической реализации, достаточно чувствительным и быстрым методом, а ее основным недостатком является сильная зависимость от артефактов движения объекта в кадре. Получение ФПГ было реализовано при помощи жесткого эндоскопа. Установка эндоскопа на штатив обеспечила фиксацию в определенном положении во время съемки, что исключило влияние движений оператора на полученный сигнал и частично уменьшило шум [3]. Однако в большинстве случаев



требуется дополнительная стабилизация, что подразумевает значительные временные затраты. Для устранения указанного недостатка в настоящей работе предлагается использовать покадровый колориметрический анализ.

Экспериментальная установка состоит из жесткого эндоскопического зонда, оснащенного светодиодами на дистальном конце. Эндоскоп имеет угловое поле  $60^\circ$ , диаметр 12 мм и длину 300 мм. Для получения изображения мы установили 35 мм линзовую муфту и RGB камеру с КМОП-матрицей за окуляром. Для удобства трехмерного позиционирования данная система установлена на штативе. Съёмки тонзиллярных ниш проводятся у людей после тонзилэктомии на 1-й, 4-й и 7-й дни после операции. Пациент располагается в кресле с подголовником. Для удобства съёмки тонзиллярных ниш язык фиксируется специальным ЛОР-шпателем. Далее в ротовую полость больного вводится зонд на 20–30 мм и проводится съёмка в течение 15 секунд. Получаем серию из 1000 изображений с частотой кадров 70 Гц. Зарегистрированные изображения претерпевают дальнейшую обработку в MATLAB.

Изначально был предложен метод получения карт перфузии. Построение карт перфузии заключается в нахождении ФПГ для каждой точки. По этим картам можно определить наиболее насыщенные кровью области, где высок риск кровотечений. В модифицированной обработке мы предлагаем использовать предварительный колориметрический анализ и выделение интересующих областей по цвету. Маски воспаленной и здоровой области получают путем комбинации изображений в разных цветовых каналах. Далее путем усреднения интенсивности пикселей внутри области полученной маски получаем кривую ФПГ. Сравнение результирующих графиков, полученных при автоматизированном покадровом выделении и ручном выборе, показало значительное уменьшение шумов при выборе маской

Ротовую полость после тонзилэктомии можно поделить на условные зоны: воспаленная и здоровая области. В гиперемизированной области наблюдается прилив крови, соответственно, амплитуда кривой ФПГ больше. Отношение амплитуды ФПГ гиперемизированной области к амплитуде ФПГ здоровой области обычно составляет 1,2 и более. Значение было получено экспериментальным путем. Со временем площадь, соответствующая воспалению, уменьшается. Таким образом, данный метод колориметрического выделения может быть использован для количественной оценки уменьшения отека.

Было проведено сравнение расчета ФПГ по областям, выделенными вручную и автоматизировано при помощи маски. Использование покадровой обработки показало значительное уменьшение шумовых частот по сравнению с ручным выбором зоны по первому кадру без стабилизации. Анализ расчета ФПГ по гиперемизированной и воспаленной области показал наличие определенного отношения между амплитудами ФПГ для этих зон. В воспаленной области наблюдалось увеличение амплитуды ФПГ, которая определяется общим объемом крови капиллярной сетки, по сравнению со здоровой областью. Также при помощи выделения масок воспаления можно определять процент пораженной области и следить за течением заживления. Таким образом, предложенный подход к оценке раневого процесса может дополнить существующие методы в клинической практике, а значительная оптимизация делает возможным реализовать вычислительный процесс в режиме реального времени.

#### Список литературы

1. Гуров А.В., Мужичкова А.В., Келеметов А.А. Актуальные вопросы лечения хронического тонзиллита // Медицинский совет. 2021. №. 6. С. 67–73.

2. Volkov I.Y., Sagaidachnyi A.A., Fomin A.V. Photoplethysmographic imaging of hemodynamics and two-dimensional oximetry // Optics and Spectroscopy. 2022. С. 1-18.
3. Guryleva A. et al. Microcirculatory Perfusion Imaging of the Soft Palate and Tonsils // IEEE 2022 International Conference on Information, Control, and Communication Technologies (ICCT). 2022. pp. 1-3.

**УДК 004.932**

**ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ АЛГОРИТМОВ И МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ, РЕШАЮЩИХ ЗАДАЧУ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ, ПОСТАВЛЕННУЮ С ПОЗИЦИИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ**

Кулин В.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

kulinvitali@yandex.ru

Научный руководитель: Родионов Е.В., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

На сегодняшний день существуют класс задач компьютерного зрения («Computer Vision» – CV), а именно, классификация и сегментация изображений, обнаружение объектов на изображении, сопровождение объектов на последовательности изображений или видеопотоке и т.д. [1]. Для решения задачи обнаружения объектов («object detection») могут быть использованы как классические алгоритмы CV и машинного обучения («Machine Learning» – ML) и их комбинации или модели на основе искусственных нейронных сетей (ИНС). В настоящий момент развиваются подходы на основе свёрточных ИНС (CNN). Среди существующих архитектур могут быть выделены следующие: YOLO, SSD [2]. Обозначенные нейронные сети относятся к ИНС предсказательного типа.

В задаче «object detection» существует устоявшийся интерфейс взаимодействия с программной моделью «M», показанный в выражении (1). Исходными данными выступает изображение «I», выходными данными является массив примитивов результатов предсказания (массив «bounding box» – bbox). Под примитивом результата предсказания понимается информация об ограничивающей геометрической рамке, промаркированной идентификатором (ID) класса объекта и степенью уверенности (confidence) модели в данном примитиве предсказания

$$[bbox_1, bbox_2, \dots, bbox_n] = M(I) \quad (1)$$

Для оценки качества моделей, решающих задачу «object detection», могут быть использованы числовые метрики. Наиболее известной метрикой, специализированной для настоящей задачи, является «Mean Average Precision» (mAP) [3]. Также могут быть адаптированы Precision, Recall, F1. Базовой метрикой выступает «Intersection Over Union» (IoU) [2]. Метрика IoU позволяет количественно рассчитать степень пространственного совпадения двух bbox. Формула расчета IoU представлена в выражении (2).

$$IoU(A, B) = \frac{bbox_A \cap bbox_B}{bbox_A \cup bbox_B} \quad (2)$$

В составе вектора выходных данных предсказания присутствуют bbox, по отношению к которым модель установила confidence выше, чем порог чувствительности («net threshold»).

При оценке качества модели, решающей задачу «object detection», используется некоторый тестовый набор размеченных изображений (датасет). Размеченное изображение представляется связкой непосредственно изображения и файла аннотации. Файл аннотации содержит информацию о разметке объектов на изображении в виде набора bbox.

Матчингом называется процесс поиска соответствий из массивов предсказанных и GT bbox. Под порогом IoU («IoU threshold») понимается минимальное значение IoU, при котором единичный матчинг фиксируется как «True Positive».

В настоящей работе анализировались существующие метрики качества на предмет их соответствия выдвигаемым требованиям: 1) чувствительность к «net threshold», 2) существование максимума функции метрики в зависимости от «net threshold», 3) непрерывный вклад каждого «TP» матчинга в зависимости от IoU.

Обнаружено, что метрики mAP, Precision, Recall удовлетворяет только 1 условию. В отношении F1 определено, что она удовлетворяет 1 и 2 требованиям. Было принято решение разработать метрику, удовлетворяющую всем выдвинутым требованиям. Предложена метрика Mean Average Intersection Over Union (MAIoU), способ расчета представлен в выражении (3). Сравнительно представлена формула расчета F1 в выражении (4). Непрерывность аргумента MAIoU позволяет повысить чувствительность оценки модели.

$$MAIoU = \frac{\sum IoU(TP)}{TP+FP+FN} \quad (3)$$

$$F1 = \frac{2TP}{2TP+FP+FN} \quad (4)$$

Анализировалось поведение рассчитанных метрик на валидационном датасете «MS COCO 2017 val» как функций от «net threshold» и «IoU threshold». В качестве предсказательных моделей были использованы «YOLOv4-tiny», предварительно обученные на «MS COCO 2017 train» датасете. Было показано, что предложенная метрика удовлетворяет выдвинутым требованиям и является более чувствительной, чем ближайший кандидат – F1.

#### Список литературы

1. Brunetti A. et al. Computer vision and deep learning techniques for pedestrian detection and tracking: A survey // *Neurocomputing*. 2018. V. 300. pp. 17-33.
2. Magalhães S. A. et al. Evaluating the single-shot multibox detector and YOLO deep learning models for the detection of tomatoes in a greenhouse // *Sensors*. 2021. V. 21. № 10. С. 3569.
3. Henderson P., Ferrari V. End-to-end training of object class detectors for mean average precision // *Computer Vision–ACCV 2016: 13th Asian Conference on Computer Vision, Taipei, Taiwan. 2016.*:Springer International Publishing. 2017. V 13. pp. 198-213.

УДК 004.932

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ЧАСТОТНОГО АНАЛИЗА ПРОФИЛЯ ОПТИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ СУБНАНОМЕТРОВОГО УРОВНЯ**

Машошин Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

den\_m01@mail.ru

Научный руководитель: Денисов Д.Г., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

В современных задачах метрологического обеспечения оптических технологий сформировалась тенденция к исследованию и реализации высокоточных методов контроля параметров шероховатости, трещиноватого и поверхностно загрязнённого слоя профилей оптических изделий, имеющих нано – и субнаноуровень поверхностных неоднородностей. Совокупность высотных, шаговых и структурных статистических характеристик профилей оптических поверхностей, имеющих столь малые значения в соотношении с длиной волны электромагнитного излучения, определяют их качество и подходы (методы и аппаратуру) для их контроля. В первую очередь такие жёсткие требования касаются вопросов создания изделий астрономической, космической и лазерной оптики для активных элементов перспективных технологических установок. При контроле поверхностей такого уровня точности часто случается ситуация, когда полезный сигнал, например, в виде рассеянного от поверхности электромагнитного излучения, имеет настолько малое значение амплитуды, что становится практически соизмеримым с шумами электронного тракта канала фоторегистрации. Данная специфика является ключевым ограничительным фактором, влияющим на погрешность контроля, в связи с чем добиваются повышения отношения сигнал/шум. Одним из методов для его повышения является пространственно-частотная фильтрация – выявление полезного сигнала на фоне помех и шумов за счёт различия их спектров в пространственно-частотной системе координат. В рамках данного направления используются различные способы представления спектра сигнала и шума, и в данной работе приведено сравнение двух основных преобразований – Фурье-преобразования и вейвлет-преобразования.

Фурье-преобразование – преобразование, в котором для представления сигнала выбран базис гармонических функций. Данное представление функции в значительной степени подходит для описания квазистационарных состояний [1-3], потому что их распределение часто повторяет гармонический закон, а также данное преобразование часто используют при анализе линейных систем, поскольку вид базисной функции не изменяется при прохождении таких систем. Однако в рамках пространственно-частотного анализа данное преобразование имеет существенный недостаток – отсутствие какой-либо пространственной локализации, т.е. когда присутствует только частотная координата. Поэтому было разработано оконное преобразование Фурье (ОПФ), заключающееся в введении некоторой функции-окна, которая позволяет добавить возможность пространственной локализации. ОПФ удовлетворяет требованиям пространственно-частотного анализа, а именно наличие пространственной и частотной локализации, и может использоваться при фильтрации, но выявился и недостаток – размер пространственно-частотного окна оставался постоянным при исследовании как малых, так и высоких частот. Проблема заключается в том, что при анализе высоких частот важно иметь возможность лучшего частотного разрешения, а при анализе низких – лучшую пространственную локализацию, чего невозможно эффективно добиться с ОПФ, но требуется для анализа сигналов малой величины на уровне шумов.

Одним из решений озвученной проблемы оказалось вейвлет-преобразование [1-3]. В данном преобразовании в качестве базиса разложения используются уже не гармонические функции, а вейвлеты – класс функций, которые отвечают определённым требованиям. Сам базис образуется последовательным сдвигом и масштабированием одного вейвлета, в отличие от простого изменения частоты синусоиды в преобразовании Фурье, таким образом вейвлет-преобразование строится в пространстве масштаб-время, где ось масштабов обратно пропорционально связана с частотной областью. Как раз за счёт последней особенности, что исследуемая частота задана не напрямую, а косвенно через масштаб вейвлета, пространственно-частотное окно данного преобразования имеет различные размеры в зависимости от рассматриваемого масштаба (частоты). Так, малые значения масштаба (высокие частоты) рассматриваются с большим частотным разрешением, и наоборот. Таким образом, главное достоинство вейвлет-преобразования – это его гибкость, начиная от размеров пространственно-частотного окна и заканчивая возможностью выбора в качестве базиса другого вейвлета.

Оба преобразования могут быть использованы при анализе одного и того же сигнала при этом в отдельно рассматриваемых случаях, результаты могут коррелировать с различной степенью корреляции. Всё это зависит от специфики исследуемого сигнала и поставленной научно-технической задачи. Проведённое исследование даёт основания полагать, что при детектировании, постобработке и анализе сигналов малой интенсивности при повышении отношения сигнал/шум применение вейвлет-преобразования может быть результативнее, нежели Фурье-преобразование. Так, например, рассмотренный подход может быть эффективен для обработки рассеянного лазерного излучения от поверхностных неоднородностей нано – и субнанометрового уровня профилей перспективных оптических изделий с целью оперативной и высокоточной оценки их качества.

#### Список литературы

1. Чуи Ч. Введение в вейвлеты / пер. с англ. М.: Мир, 2001. 412 с.
2. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. 464 с.
3. Скворцов С.П. Основы применения вейвлет-преобразования для фильтрации и сжатия биомедицинских данных: учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. 67 с.

**УДК 681.586.4**

### **РАСПРЕДЕЛЕННЫЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ МИКРОФОН НА ОСНОВЕ ФАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО РЕФЛЕКТОМЕТРА**

Орлова М.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

manja254@yandex.ru

Научный руководитель: Пнев А.Б., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Распределенный волоконно-оптический микрофон – это система мониторинга протяженных объектов с возможностью получения акустических сигналов отдельно с каждой точки сенсорного волокна и определения их координаты. Такая система может применяться как самостоятельная система для регистрации речевых сигналов, так и для расширения функционала уже существующих систем – охраны протяженных периметров,

обнаружения и распознавания низколетящих малогабаритных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), мониторинга ракетных двигателей. Основными преимуществами такой системы перед обычными электронными мембранными микрофонами является малогабаритность и компактность системы, невосприимчивость к электромагнитным наводкам [1], способность работать при высоких температурах и низкая стоимость, что делает волоконно-оптический распределённый микрофон крайне перспективным. Например, проблему обнаружения и распознавания низколетящих малогабаритных БПЛА, с которой не могут справиться существующие радары, можно решить путем размещения точечных микрофонов вдоль границы, но такая система будет громоздкой, дорогостоящей и неэффективной. В то же время распределённый волоконно-оптический микрофон – инновационное решение, которое позволяет с помощью одного чувствительного элемента регистрировать сигналы вдоль протяженных объектов.

В данной работе разработана схема распределённого волоконно-оптического микрофона на основе фазочувствительного оптического рефлектометра, который потенциально позволяет контролировать объекты протяженностью до 80 км с пространственным разрешением 10 м, а также проведены исследования её основных параметров: длительность импульса, от которой зависит пространственное разрешение системы, и частота отправки импульсов в линию..

Суть данной работы заключается в подборе правильного сочетания вышеперечисленных параметров с помощью схемы, имитирующей работу одной точки микрофона на основе фазочувствительного рефлектометра. Для имитации воздействия в данной схеме сенсорное волокно намотано на пьезоэлектрик, на который подавался электрический сигнал в соответствии с амплитудой воспроизводимого аудиофайла с компьютера и, таким образом, проводилось модельное воздействие на одну точку рефлектометра. В качестве воспроизводимого аудиофайла использовались 10 гарвардских предложений, зачитываемые сервисом GoogleTranslate. Это фонетически сбалансированные фразы, используемые для проверки качества передачи речевых сигналов по линиям связи. Для высокоточного распознавания речи записанный сигнал с волоконно-оптического микрофона подвергается предварительной обработке, а далее транскрибируется с помощью открытого сервиса по распознаванию речи «Yandex SpeechKit» и модели «Whisper».

Для одной точки фазочувствительного рефлектометра было проведено исследование влияния частоты дискретизации АЦП на процент распознавания слов в диапазоне от 3 кГц до 40 кГц. В ходе исследования было выявлено, что при частоте дискретизации выше 17 кГц для «Yandex SpeechKit» и выше 5 кГц для «Whisper» процент распознанных слов меняется незначительно. Так при частоте дискретизации 40 кГц обеспечивается 62 % правильно распознанных слов сервисом «Yandex SpeechKit» и 71 % открытой моделью «Whisper».

Таким образом, было показано, что при использовании для распознавания речи открытой нейросети «Whisper» требуемая частота дискретизации АЦП составляет не менее 5 кГц. Для такой частоты дискретизации максимальная длина сенсора составляет 20 км, что при пространственном разрешении 20 м соответствует 1000 точечных микрофонов.

#### Список литературы

1. Franciscangelis C. et al. On-field validation of real-time phase-OTDR for roller bearing monitoring // Seventh European Workshop on Optical Fibre Sensors. // SPIE. 2019. V. 11199. pp. 375-378.

УДК 535.015

## АНАЛИЗ ИСКАЖЕНИЙ ЛАЗЕРНОГО ПУЧКА ПРИ ЕГО ФОКУСИРОВКЕ В ПРОЗРАЧНУЮ СРЕДУ

Пахольчук П.П., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

petr.pakholchuk@mail.ru

Научный руководитель: Носов П.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

В настоящее время активно применяются различные методы обработки материалов, основанные на использовании лазерного излучения [1-3]. Прямая лазерная запись использует сфокусированное лазерное излучение для изменения структуры или определенных параметров материала. Сфокусированное в объем прозрачного материала лазерное излучение используют для записи волноводов. Это находит применение в приложениях оптической памяти и микромаркировке, используется для создания двулучепреломляющих структур и дифракционных элементов [2]. Модификации подвергаются различные оптические материалы. К ним можно отнести плавленный кварц, многокомпонентные боросиликатные, боратные и фторофосфатные стекла. Также применяют лазерную обработку материалов с высоким показателем преломления таких как алмаз, селенид цинка, халькогенидные стекла.

Для получения небольшого размера сфокусированного лазерного пучка порядка нескольких микрометров применяют микрообъективы. Часто необходимо с высокой точностью контролировать пространственное распределение интенсивности в сфокусированном лазерном пучке, чтобы обеспечить максимальную эффективность обработки модифицируемого материала, а также получить необходимое пороговое значение интенсивности лазерного излучения и локального энерговклада в области фокусировки.

На практике, когда лазерный гауссов пучок фокусируется на разных глубинах внутри прозрачной среды, возникает положительная сферическая аберрация, которая влияет на размер сфокусированного пятна [3]. Положительная сферическая аберрация, возникающая при прохождении сфокусированным лазерным пучком границы раздела воздух-материал, вызывает смещение положения плоскости фокусировки (перетяжки) относительно параксиального положения, причем для разных зон пучка (уровней энергии) это смещение будет различно. Оно будет максимально для краевой зоны и минимально вблизи оптической оси. Чем больше числовая апертура фокусирующей оптики и чем глубже пучок фокусируется внутри прозрачной среды, тем больше сферическая аберрация и, следовательно, сильнее искажение лазерного пучка. Соответственно происходит большее размытие световой энергии в фокальной области.

Таким образом, при фокусировке лазерного излучения в объем прозрачной среды из-за аберрационных искажений при распространении пучка через микрообъектив и границу воздух-материал с увеличением глубины фокусировки происходит смещение перетяжки пучка, увеличивается её размер и длина фокальной области. Для уменьшения искажений пучка необходимо выбирать микрообъектив с оптимальным значением числовой апертуры или использовать дополнительную аберрационную коррекцию.

### Список литературы

1. Рупасов А.Е., Данилов П.А., Смаев М.П., Ковалев М.С., Золотко А.С., Ионин А.А., Кудряшов С.И. Объемное микроструктурирование силикатного стекла

- фемтосекундным лазерным излучением // Оптика и спектроскопия. 2020. Т. 128. №7. С. 918-922.
2. Sakakura M., Lei Y., Wang L., Yan-Hao Y., Kazansky P.G. Ultralow-loss geometric phase and polarization shaping by ultrafast laser writing in silica glass // Light: science & applications. 2020. V. 9. № 15. DOI:10.1038/s41377-020-0250-y.
  3. Гулина Ю.С., Кудряшов С.И., Смирнов Н.А., Кузьмин Е.В. Жесткая фокусировка ультракоротких лазерных импульсов в объем ZnSe // Оптика и спектроскопия. 2022. Т. 130. №4. С. 493-498.

#### УДК 52-14

### ОЦЕНКА И МИНИМИЗАЦИЯ ПОГРЕШНОСТИ УГЛОВОЙ ОРИЕНТАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЗЕМЛИ ПО НАПРАВЛЕНИЮ МЕСТНОЙ ВЕРТИКАЛИ

Соколов А.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Оптико-электронное приборостроение»

i@artem-sokolov.ru

Научный руководитель: Илюхин И.М., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Для решения ряда задач по управлению искусственным спутником Земли (ИСЗ) одну из его осей необходимо ориентировать по направлению местной вертикали (МВ).

Эта операция решается приборами, получивших название ИК построителей (ИКП), реализующих круговое сканирование своим угловым полем  $2\omega$  ИК горизонта (ИКГ) планеты. На этапе проектирования подобных ИКП принимается идеализированная модель Земли – шарообразной формы с равномерной яркостью и высотой излучающего слоя атмосферы. Для такой модели Земли направление на её центр тяжести совпадает с направлением на геометрический центр ИКГ.

Для уверенной работы ИКП необходимо, чтобы минимальный определяемый сигнал хотя бы в 7 раз превышал суммарный уровень внутренних шумов ИКП. Поэтому прибор будет «строить» МВ с методической погрешностью

$$\beta_M = \omega \frac{U_{min}}{U_{max}}, \quad (1)$$

где  $\frac{U_{max}}{U_{min}} = K_D$  – динамический диапазон изменения управляющего сигнала.

Так, при  $2\omega = 3^\circ$  и  $K_D = 10$  согласно пеленгационной характеристики ИКП  $\beta_M = 9'$ .

Однако Земля имеет форму эллипсоида вращения [1] и в силу климатических особенностей её излучения имеет местные и широтные вариации вдоль трассы сканирования её поверхности.

Местные вариации яркости излучения вдоль ИКГ носят случайный характер, а широтные вариации имеют регулярный характер и направлены в сторону экватора планеты. Они проявляются в виде градиента температур  $\Delta T = T_1 - T_2$  и высот излучающего слоя ИКГ  $\Delta h = h_1 - h_2$  в диаметрально противоположных участках ИКГ.

Температурный градиент ИКГ вызывает появление ложного сигнала  $U_L(\beta = 0)$ , который смещает ноль пеленгационной характеристики – погрешности построения МВ:

$$\delta(\Delta T) = \beta_\phi - \beta_M \approx \omega \frac{U_L(\beta=0)}{U_{max}} \approx \omega \frac{2\Delta T}{T_3} \quad (2)$$



Так, при  $\Delta T = 5^\circ\text{K}$  и температуре Земли  $T_3 = 250^\circ\text{K}$  получается, что  $\delta(\Delta T) = 3,6' = 0,4\beta_m$ .

Наличие высотного градиента излучающего слоя атмосферы Земли вызывает смещение геометрического центра ИКГ относительно направления МВ на величину

$$\delta(\Delta h) = \frac{\Delta h}{\left[ (R_3 + H)^2 - (R_3 + h_{\text{ср}})^2 \right]^{\frac{1}{2}}}, \quad (3)$$

значение которой при  $\Delta h = 5$  км, радиусе Земли  $R_3 = 6400$  км, высоты от поверхности Земли до ИСЗ  $H = 500$  км и  $h_{\text{ср}} = 11$  км составляет  $7'$ , то есть  $\delta(\Delta h) \approx 0,8\beta_m$ .

Эллиптичность формы Земли приводит к смещению геометрического центра ИКГ относительно МВ на угол – погрешность её построения, определяемую как

$$\delta_e = e_3 \cdot \sin^2(\varphi_{\text{ИКГ}}) \cdot \sin(2\varphi_k), \quad (4)$$

где  $e_3 = \frac{a-b}{b} \approx \frac{1}{298}$  (здесь  $a > b$  экваториальная и полюсная полуоси Земли). Максимальное значение  $\delta_e$  принимает при географической широте текущего местоположения корабля  $\varphi_k = \pm 45^\circ$  и при  $\sin^2(\varphi_{\text{ИКГ}}) = 0,865$  равняется  $\delta_e = 10' \approx \beta_m$ .

При движении ИСЗ по эллиптической орбите вследствие изменения высоты его полёта при постоянном угле наклона сканирующего зеркала в пеленгационной характеристике ИКП появляется зона нечувствительности, существенно увеличивающая погрешность ориентации ИСЗ по направлению МВ. Фактическая погрешность ориентации ИСЗ в этом случае определяется как

$$\delta_\phi(H_i) = \left[ \left( \frac{\Delta\varphi}{2} - \omega \right) + 2\omega \right] \frac{U_{\text{min}}}{U_{\text{max}}} - \beta_m, \quad (5)$$

где  $\Delta\varphi = \varphi_{\text{max}}(H_{\text{min}}) - \varphi_{\text{min}}(H_{\text{max}})$  – изменение углового размера ИКГ. Так, при  $\Delta\varphi = 2\omega$  погрешность ориентации  $\delta(H_i) = \delta_\phi(H_i) - \beta_m = \beta_m$ .

Как следует из приведённого анализа возникающих погрешностей результирующее значение погрешности построения МВ составляет величину

$$\delta_\Sigma = [\sum \delta_i^2]^{\frac{1}{2}} \approx \pm 2,57\beta_m. \quad (6)$$

Так как составляющие погрешностей  $\delta(\Delta T)$ ,  $\delta(\Delta h)$ ,  $\delta_e$  носят регулярный характер и меридионально направлены в сторону экватора Земли, то их можно минимизировать путём «введения» в СУ сигнала коррекции, который рассчитывается и формируется ФСК – формирователем сигнала коррекции. Затем сигнал подаётся на амплитудный дискриминатор и подавляет дестабилизирующую составляющую сигнала ИКВ, благодаря чему СУ будет ориентировать ИСЗ по направлению МВ с погрешностью близкой к  $\pm\beta_m$ .

Высотную погрешность, возникающую при движении ИСЗ по эллиптической орбите, можно полностью устранить изменением угла наклона сканирующего зеркала по команде механизма высотной коррекции (МВК).

Таким образом, благодаря введению в состав ИКП дополнительных функциональных блоков – ФСК и МВК – можно минимизировать погрешности ориентации ИСЗ, приблизив к значению методической погрешности  $\beta_m$  собственно ИК построителя.

#### Список литературы

1. Солодов А.В. Инженерный справочник по космической технике. Издание 2-е, дополненное и переработанное. М.: Москва, 1977. 430 с.

**УДК 052**

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ДЛИН ВОЛН ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ МЕТАНА В ЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЕ**

Сунь Ф., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»  
sunfanqi1999@yandex.ru

Научный руководитель: Белов М.Л., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Фетодов Ю.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Метан (CH<sub>4</sub>) является парниковым газом, третьим по степени оцениваемого влияния на тепловой баланс после паров воды и углекислого газа [1]. Контроль эмиссии метана очень важен для смягчения последствий изменения климата. Особый интерес в последнее время вызывает применение наноспутников (с массой менее 10 кг) с целью размещения на их борту относительно недорогих и несложных сенсоров. Например, канадский спутник GHGSat для контроля утечек метана. Одним из перспективных вариантов такого сенсора является спектрометр на основе акустооптического фильтра (АОФ). АОФ позволяют достигать спектрального разрешения на уровне долей нанометров [2].

Предполагается, что мониторинг утечек метана будет проводиться с наноспутника методом дифференциальной абсорбционной спектроскопии на основе АОФ. Данная работа посвящена выбору и обоснованию оптимальных спектральных диапазонов регистрации яркости излучения для задачи мониторинга содержания метана в атмосфере Земли, также определению зависимости информационного параметра  $I$  от содержания метана для выбранных длин волн, для заданных величин спектральной ширины АОФ (0.1-0.5 нм).

Дифференциальный метод абсорбционной спектроскопии заключается в том, что информация о концентрации исследуемого газа атмосферы извлекается из сравнения двух регистрируемых сигналов в достаточно узком спектральном диапазоне длин волн, одна из которых расположена в линии поглощения газа, а вторая лежит в области или слабого, или полного отсутствия поглощения.

Основной математического моделирования являлась модель сигнала, регистрируемого спектрометром, установленным на ИСЗ и спектр поглощения метана и других атмосферных газов.

Спектральные данные поглощения метана и других атмосферных газов для разных ширин АФ спектрального прибора в атмосферных моделях U.S. Tropical Model и U.S. Sub Arctic Winter Model получены с использованием открытого онлайн ресурса HITRAN on the Web. Далее спектры рассчитаны и моделированы на программе обеспечения Matlab. В моделировании используются выражения, описывающие величины яркости уходящего излучения и регистрируемого спектрометром, в спектральном диапазоне около 1,65 мкм. Для обнаружения выбросов метана используем информационный параметр  $I$ , равный отношению регистрируемой яркости в двух спектральных диапазонах с центральными длинами волн  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ . Оптимальные пары длин волн регистрации яркости излучения  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  были рассчитаны по критерию  $S(\lambda_1, \lambda_2)$ , обеспечивающему наибольшую чувствительность сенсора к интегральному содержанию метана и наименьшую чувствительность сенсора к интегральному содержанию остальных атмосферных газов. Исходя из полученных оптимальных выбранных волн посчитаны величины информационного параметра  $I$ .

В итоге, по результатам моделирования выбраны оптимальные пары спектральных диапазонов регистрации для разных ширин аппаратной функции измерительного оборудования и моделей атмосферы. При спектральной ширины 0.1 нм для U.S. Tropical Model получены значения  $\lambda_1=1645,55$  нм и  $\lambda_2=1644,18$  нм, а для U.S. Sub-Arctic Winter Model -  $\lambda_1=1645,55$  нм,  $\lambda_2=1644,59$  нм. Показано, что выбор оптимальной пары спектральных диапазонов регистрации яркости излучения определяется шириной аппаратной функции измерительного оборудования, и крайне незначительно зависит от используемой модели атмосферы. Проведено моделирование информационного параметра I, с помощью которого можно определять концентрацию метана в атмосфере по результатам измерения яркости в двух спектральных каналах.

#### Список литературы

1. Jacob D.J., Turner A.J., Maasackers J.D., Sheng J., Sun K., Liu X., Chance K., Aben I., McKeever J., Frankenberg C. Satellite observations of atmospheric methane and their value for quantifying methane emissions // Atmos. Chem. Phys. 2016. V. 16, №. 22. pp. 14371–14396.
2. Dlugokencky E.J., Nisbet E.G., Fisher R., Lowry D. Global atmospheric methane: Budget, changes and dangers // Philos. Trans. R. Soc. A Math. Phys. Eng. Sci. 2011. V. 369, №. 1943. pp. 2058–2072.

#### УДК 681.7

### РАЗРАБОТКА СОСТАВНОГО ПРИЗМЕННОГО ВОЛНОВОДА ДЛЯ УСТРОЙСТВА ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Яковлева Е.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»  
elizaveta.yakovleva.01@bk.ru

Научный руководитель: Соломашенко А.Б., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Устройства дополненной реальности находят всё большее применение в различных сферах применения, например, обучение, медицина, ремонт и техническое обслуживание изделий и др. На данный момент разработан ряд устройств, оптические схемы которых построены на основе трех основных типов элементов, а именно: отражающие комбинеры, полупрозрачные призмы (в т.ч. свободной формы), волноводы (дифракционные и призмные). Именно последний тип элементов является наиболее перспективным с точки зрения применения в составе носимых устройств дополненной реальности. Преимуществом призмного волновода является достижение высокого качества изображения и наилучших значений основных рабочих параметров, таких как поле зрения и размер выходного зрачка, а также обеспечения необходимой компактности устройства по сравнению с другими исполнениями. Призмный волновод представляет собой оптический элемент, выполненный на светопрускающей подложке и содержащий внутри множество отражающих поверхностей, которые параллельны друг другу и не параллельны любой из сторон подложки.

При разработке такого элемента следует учитывать ряд основных зависимостей, а именно: размера рабочего углового поля от показателя преломления стекла подложки и количества отражающих граней, а также размера зрачка оптической системы на вводе излучения в волновод от его толщины и показателя преломления.

В рамках разработки призмного волновода на первом этапе определены углы распространения излучения в подложке с учетом условия ПВО и размера рабочего углового поля 40 градусов, определен угол наклона параллельных отражающих граней, составляющий 25 градусов.

На втором этапе проведено исследование зависимости ширины подложки от показателя преломления, которая обеспечивает требуемый размер выходного зрачка по горизонтали. В качестве материала подложки выбрано стекло марки СТК19 с коэффициентом преломления  $n = 1,7476$  (расчет проведен для длины волны излучение  $\lambda = 546,7$  нм), а ширина подложки составила 36 мм [1].

Далее исследована зависимость поля зрения от толщины подложки для разного числа отражающих поверхностей. При этом наблюдается следующая закономерность – чем меньше толщина подложки, тем больше должно быть количество отражающих граней и наоборот. Показано, что для обеспечения поля зрения в  $40^\circ$  необходимо выбрать количество отражающих поверхностей равным 6 и толщину подложки 1,98 мм (для толщины 6 мм количество граней равно 2, а для толщины 1 мм - 10).

Для обеспечения равномерности яркости изображения в пределах выходного зрачка коэффициенты отражения для каждой грани должны быть различны. В работе приведен расчет и основные рекомендации по выбору типа покрытия. Расчет приведен для многослойных покрытий типа 2ИЭ.117ИЭ и 4ИЭ.90ИЭ, обеспечивающих для 6 отражающих граней коэффициенты 0,166; 0,188; 0,249; 0,332; 0,487 и 0,569 соответственно.

Кроме того, был разработан технологический процесс изготовления такого оптического компонента, включающий операции шлифования, полирования и доводки пластин, формирующих отражающие грани. Определен допуск на их клиновидность, который должен составлять не более 3 угл. минут, т.к. в противном случае наблюдаются паразитные «двоения» и переналожения частей изображения, что было показано в ходе проведения экспериментальных исследований [2].

#### Список литературы

1. Амиатаи Я. Оптические устройства со световодной подложкой. Патент 2358301 РФ. Оpubл. 17.03.2005.
2. Офир Ю., Фридман Э., Амиатаи Я. Способ изготовления оптического устройства со световедущей подложкой. Патент 2687984 РФ. Оpubл. 30.06.2016.

## СЕКЦИЯ «ЭЛЕМЕНТЫ ПРИБОРНЫХ УСТРОЙСТВ»

### УДК 681.2-5

### РАЗРАБОТКА ОБНОВЛЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ РУЛЕВОЙ МАШИНЫ ЛА

Бачуринская Л.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Германенко А.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

miger743@mail.ru

Мушкетов А.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Научный руководитель: Перминова Е.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Система управления современных самолетов вне зависимости от их класса и предназначения представляет собой комплекс взаимосвязанных и взаимодействующих систем. Качество и точность автоматической стабилизации движения летательного аппарата (ЛА) существенным образом зависит его элементов, одним из которых является Рулевая Машина (РМ). Рулевая машина служит для преобразования энергии (обычно электрической) в механическое перемещение выходного вала РМ в соответствии с сигналом управления.

Рулевые машины широко используются в системах автоматического управления летательными аппаратами в качестве силового исполнительного электромеханического агрегата для перемещения рулей летательного аппарата и для их удержания в заданном положении. В нашей работе был проведен анализ и обобщение требований, предъявляемых к рулевым машинам. Основные из них: точность, высокая надежность, эффективность, долговечность и уменьшение массогабаритных характеристик. На стадии проектирования, были рассмотрены различные варианты реализации конструкции [1]. В нашей были рассмотрены различные варианты РМ. Для сравнения были взяты два вида двигателей (шаговый двигатель и двигатель постоянного тока (ДПТ)) и два типа передач (планетарная и многоступенчатая передачи). Для электропривода могут использоваться как двигатели постоянного, так и двигатели переменного тока. ДПТ в современных приводах применяется чаще, поскольку они имеют следующие преимущества по сравнению с двигателями переменного тока [2]: возможность регулирования частоты вращения выходного вала в широком диапазоне, большой пусковой момент, высокое быстродействие (что очень важно для РМ), линейность механических и регулировочных характеристик, малые массы и объемы на единицу полезной мощности, более высокие КПД по сравнению с двигателями переменного тока той же мощности.

В связи с данными преимуществами ДПТ с двигателем переменного тока для сравнения был выбран шаговый двигатель с рядом достоинств. Применение шагового двигателя в рулевой машине позволяет включать её в контур управления без использования сцепной муфты. Это достоинство является весьма важным для сокращения габаритов конструкции. Достоинства шагового двигателя истекают из особенностей его конструкции: шаговый двигатель может обеспечить очень точное перемещение на заданный угол, причем без обратной связи - поворот ротора зависит от числа поданных

импульсов на устройство управления; высокая точность позиционирования и повторяемость, так качественные.

ДПТ был предоставлен предприятием АО МНПК «Авионика» им. О.В. Успенского, который используется в авиационной промышленности.

С целью защиты от перегрузок на выходном валу были выбраны три типа предохранительных муфт. А именно: шариковая предохранительная муфта, кулачковая предохранительная муфта, фрикционная предохранительная муфта.

Другим решением в конструкции РМ стало использование планетарной передачи - механизма, состоящего из зубчатых или фрикционных колес, в котором геометрическая ось хотя бы одного из колес неподвижна. Данный тип передач отличается малыми габаритами и массой за счет использования эффекта многопоточности и применения внутреннего зацепления зубчатых колес. Существует множество различных конструкций планетарных передач, однако наиболее простая заключается в передаче вращения с солнечного колеса на сателлиты - зубчатые колеса, имеющие подвижные геометрические оси - которые установлены в звене планетарного редуктора - водиле. Сателлиты перекачиваются по центральному колесу с внешним зацеплением, которое может быть, как подвижным, так и неподвижным. Зачастую используют несколько одинаковых сателлитов, что позволяет распределить нагрузку одновременно по всем сателлитам, значительно увеличивая КПД (90% и выше) по сравнению со ступенчатыми передачами, грузоподъемность и долговечность всей передачи в целом. Значительным преимуществом планетарного редуктора по сравнению с многоступенчатой передачей является соосность входного и выходного валов, что позволяет существенно снизить габариты РМ.

Из-за различий в скоростях валов двигателей в конструкциях РМ были использованы различные схемы планетарных передач. Однако в обоих вариантах конструкций РМ с планетарным редуктором необходимо обеспечивать высокую точность изготовления передачи и ее монтажа. В многоступенчатом редукторе преимущественно упрощены расчеты, также используются типовые конструкции расположения валов, колес и шестерней, что значительно упрощает планирование конструкций многоступенчатых редукторов.

По итогам проведенной работы были разработаны чертежи трех рулевых машин. Новизна способа реализации устройства должна пройти технические испытания и соответствующие доработки всей конструкции. Дальнейшая работа над проектом будет осуществляться по модернизации и совершенствованию устройства.

#### Список литературы

1. Потапцев И.С., Нарыкова Н.И., Перминова Е.А., Буцев А.А. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании: учеб. пособие: в 2 ч. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. 82 с.
2. Мищенко А.В., Окоёмов Б.Н., Фашевский Н.Н., Чернышев В.Г. Исполнительный механизм РМ1-4 автомата стабилизации летательного аппарата. Сервопривод с жесткой обратной связью: метод. указания. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. 30 с.

**УДК 621.432.98**

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГЕНЕРАТОРОМ НА ОСНОВЕ ДВС СО СВОБОДНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ПОРШНЕЙ**

Добрынин И.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

portisanrog@mail.ru

Захаров И.И., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

vneih@mail.ru

Научные руководители: Калинин А.В., к.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Перминова Е.А., к.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Стандартные поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС) широко применяются в различных отраслях промышленности и включают в себя большой диапазон: от приводов небольших генераторов переменного тока до массивных судовых двигателей. К основным критериям оценки двигателей можно отнести: экономичность и высокие энергетические показатели при достаточно низкой стоимости.

Исследователями предпринимаются поиски новых конструкций и теоретических обоснований новых двигателей.

На данный момент в научно-технической литературе и патентной документации существуют теоретические и конструкторские технологии свободнопоршневых двигателей. RempekSystems объявила о создании и внедрении генератора мощностью в 100 кВт в грузовые транспортные средства. Также израильская компания AquariusEngines разработала в 2021 году разработала прототип генератора мощностью 16 кВт [1].

В работе было сформулировано техническое задание проекта, определены основные структурные элементы конструкции, выбраны и аргументированы способы их технической реализации.

Была предложена экспериментальная силовая установка на основе ДВС (дизельный ДВС) со свободным движением поршней и двумя линейными генераторами. В системе имеются два поршня, расположенных в одном цилиндре и два линейных генератора, связанных с соответствующими поршнями. Каждый генератор имеет свою систему управления. Информация о положении поршня снимается с датчика положения, расположенного в полости штока. Обе системы управления генераторами связаны через систему синхронизации. При рабочем ходе, мощность от ДВС отбирается двумя синхронизируемыми генераторами. Цикл сжатия происходит от газовой пружины, расположенной в под поршневой полости и от линейного генератора, переведенного в двигательный режим. Цикл сжатия так же является управляемым и синхронизируемым [2].

Необходимые параметры работы двигателя, а так же размеры и габариты основных элементов конструкции были оценены с помощью программы «Дизель РК». В результате проведенного анализа, было выявлено, что эффективный наддув компрессора составляет – 1,2 бар, а эффективная мощность – 22,5 кВт. Результат моделирования подтверждается приведенными в работе графиками.

Данная конструкция относится к классу мехатронных модулей. В ней отсутствуют промежуточные элементы, такие как кривошипно-шатунный механизм и система газораспределения. За счет синхронности работы поршней, двигатель имеет низкую степень вибрации. Мощность можно варьировать количеством рабочих цилиндров.

Перспективой развития проекта станет создание модели данной силовой установки, а так же расчет и моделирование работы электронной системы управления синхронным движением поршней генератора во всех режимах.

В результате хочется сказать данный тип двигателя можно эффективно использовать в качестве силового агрегата для автомобильной техники, генератор для комических экспедиций, авиации и судовой промышленности.

#### Список литературы

1. Кецарис А.А., Духанин В.И. Линейный генератор с двигателем внутреннего сгорания со свободным поршнем. // Научные разработки и исследования. 2012. С. 42-48
2. Веселовский О.Н., Коняев А.Л., Сарапулов Ф.Н. Линейные асинхронные двигатели. М.: Энергоатомиздат, 1991. 255 с.

#### УДК 62

### **МАНИПУЛЯТОР ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ, ИЗГОТОВЛЕННЫЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ**

Евсеев А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
andreyevseev56@gmail.com

Матушкин Д.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
matushkin2003@list.ru

Москвитин Д.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
2002danik@gmail.com

Шашкова Д.Ю., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
qaz51152@gmail.com

Научный руководитель: Перминова Е.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Целью данной работы является проектирование четырех приводов на базе планетарных редукторов для двухзвенного манипулятора.

Новизна работы заключается в способе изготовления и конструкции корпуса.

Планетарные передачи часто используются в конструкциях промышленных роботов. Примером является манипулятор немецкой компании KUKA KR Agilus, который широко используется в сфере автоматизации [2]. Он стал прототипом двухзвенного робота для лабораторных работ. Спроектированный робот имеет небольшие габариты и конструкцию, включающую в себя приводы на базе планетарных редукторов.

Манипулятор спроектирован с возможностью подробного изучения всех узлов установки благодаря особому строению корпуса – корпус открытый. Такая конструкция имеет значительно меньшую массу, что уменьшает нагрузку на двигатели.

Корпус звеньев, планетарные редукторы и схват будут изготовлены с использованием технологии 3D печати. Этот метод позволяет обеспечить взаимозаменяемость деталей редуктора, что снижает расходы на изготовление и обслуживание манипулятора. При печати будет использована пластмасса различных цветов для обеспечения наглядности разрабатываемого манипулятора.

Практика изготовления деталей на 3D принтере указывает, что максимальной



нагрузкой, которую пластмасса может выдержать в процессе работы манипулятора, является крутящий момент  $10 \text{ Н*м}$ . В противном случае будут возникать скручивание пластмассовых валов и поломка зубьев.

Основной характеристикой зубьев является модуль, который фактически определяет их размер. Для всех колес он был выбран равным 1 мм, так как зубья с модулем меньше не могут быть напечатаны с сохранением эвольвентного профиля и требуемой прочности.

Наиболее часто используемые материалы это: ABS и PLA пластмассы и нейлон. Важным этапом является выбор материала для 3D печати, поскольку не все пластмассы могут выдержать необходимые нам нагрузки. Исходя из расчётов, ABS и PLA пластмассы не подойдут для использования, так как зубья колес будут легко деформироваться и не будут выдерживать контактные напряжения [1]. Нейлон же позволит изготовить элементы, которые будут выдерживать возникающие в передачах нагрузки.

Для сборки редукторов были использованы стандартизированные элементы, такие как подшипники, винты, гайки, шайбы и стопорные кольца. Такое сочетание стандартных и вновь разработанных изделий с использованием технологии 3D печати позволяет получить экономически оптимальную конструкцию.

#### Список литературы

1. Козырев В.В. Планетарные редукторы в составе роботов и мехатронных систем: учебное пособие. Владимир: Владимирский гос. ун-т, 2008. 47 с.: ил.
2. Лабораторная установка по изучению промышленного робота на базе манипулятора Kuka KR Agilus // URL: <https://zarnitza.ru/catalog/mekhatronika-i-robototekhnika/robototekhnika/vysshie-uchebnye-zavedeniya/laboratornaya-ustanovka-po-izucheniyu-promyshlennogo-robota-na-baze-manipulyatora-kuka-kr-agilus-s-naturnym-oborudovaniem-v-bazovoj-komplektaczii/> (Дата обращения 10.05.2023).

#### УДК 681

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ УСТАНОВОК СТУПЕНЧАТОГО, ПЛАНЕТАРНОГО, ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРОВ И ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ПРИВОДА ВИНТОВОЙ ПЕРЕДАЧИ**

Иванов А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
aert141414@gmail.com

Керимов Н.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
kerimovnm@mail.ru

Морозов К.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Ракетно-космическая техника»  
kirillmorozov@gmail.com

Смолинская Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Ракетно-космическая техника»  
smolinskaya2002@mail.ru

Научный руководитель: Перминова Е.А., к.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Идея данного проекта заключается в создании программы, использующей виртуальные модели лабораторных установок, которая поможет облегчить процесс выполнения студентами лабораторных работ. Также такой подход к модернизации

позволит упростить содержание технического оснащения лаборатории в целом за счет исключения необходимости её обслуживания. Более того, даже исправная, но изношенная установка может дать ложные показания и привести к ошибочным результатам расчетов. Наглядность и точность моделей в программах позволит студентам в полной мере освоить принцип работы каждой из них. Возможность рассмотреть все элементы установок вблизи, их соединение и конструкцию. Немаловажным фактором в процессе выполнения лабораторной работы является безопасность. При сравнении электронной версии с реальной тяжелой металлической установкой первая наиболее полно соответствует требованиям безопасности.

Цель проекта состоит в разработке программы, симулирующей работу установок для выполнения следующих лабораторных работ: «исследование червячного редуктора», «исследование многоступенчатого редуктора», «исследование планетарного редуктора» и «исследование винтовой передачи». Задачи, определяющие этапы работы над проектом: изучение теоретических материалов и лабораторных стендов; выделение необходимых зависимостей и построение на их основе математических моделей, имитирующих работу установок; создание 3D моделей лабораторных установок; создание программы с интуитивно-понятным лаконичным графическим интерфейсом.

Использование программы для эксперимента дает возможность выполнить любую из представленных лабораторных работ в течение двух академических часов, предоставляемых студентам. Немаловажным критерием является компактность программы. Ограниченность характеристики предоставляемой техники стали причиной минимизации используемой в ходе работы программы оперативной памяти, а также нагрузки на процессор. Программа позволяет сохранить наглядность протекающих в лабораторных работах процессов. Во время выполнения заданий студент должен будет вручную записывать получаемые значения в таблицы на раздаточных листах, дабы избежать общего непонимания зависимостей и пропуска логических этапов лабораторных работ.

Прежде в нашем университете подобные проекты реализовывались только на базе MATLAB или MBTU. Это оказало влияние на выбор подхода к созданию математических моделей: они были написаны с использованием языка программирования C++ с использованием методов математического моделирования. Также использовался Qt — кроссплатформенный набор инструментов и виджетов для создания приложений, который использует стандартный C++, а также специальный генератор кода вместе с набором макросов, расширяющих возможности языка [1]. Для проверки математических зависимостей мы воспользовались Simulink – системой имитационного блочного моделирования динамических систем, являющейся подсистемой MATLAB [2]. Для оптимизации было принято решение не отказываться от упрощения моделей в тех местах, где это было возможно, но при этом использовать математическую модель, которая позволяет обеспечить достаточное соответствие реальным зависимостям.

#### Список литературы

1. Qt. Профессиональное программирование. Разработка кроссплатформенных приложений на C++. / пер. с англ. СПб.: Символ-Плюс, 2011. 560 с., ил.
2. Черных И.В. SIMULINK: среда создания инженерных приложений. / под общ. ред. к.т.н. В. Г. Потемкина. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. 496 с.

**УДК 623.4.054.2****РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТА СИСТЕМЫ НАВЕДЕНИЯ МИНОМЕТА С ПОМОЩЬЮ УСЕЧЕННОЙ ПЛАТФОРМЫ ГЬЮ-СТЮАРТА**

Малюков Р.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

omicron.yetzer@yandex.ru

Научный руководитель: Калинин А.В., к.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Перминова Е.А., к.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Минометы являются одними из наиболее активно применяемых средств поддержки пехоты. Вместе с тем, уязвимость миномета по ряду причин (низкая скорость полета мины, простота обнаружения позиций портативным радаром артиллерийской разведки, близость к линии фронта и пр.) предъявляет высокие требования к его мобильности [2].

Одним из возможных решений является объединение миномета с высокоподвижной платформой, что позволит уменьшить время на свертывание-развертывание расчета. Актуальным становится вопрос стоимости и сложности реализации.

Для решения подобной задачи без неоправданного удорожания конструкции предлагается рассмотреть платформу Гью-Стюарта – разновидность параллельного манипулятора, построенного на основе набора линейных приводов и имеющего заданное число степеней свободы. Для возможности наведения и перезарядки ствол миномета необходимо обеспечить двумя степенями свободы. Предлагается усеченная версия гексапода, а именно L-координатный механизм с двумя линейными приводами.

Основной задачей проекта стала разработка приводов линейного перемещения системы наведения 120-мм миномета 2Б11 (состоящего на вооружение) с обязательным сохранением, а в перспективе и улучшением его характеристик.

Было сформировано техническое задание проекта, определены основные структурные элементы конструкции, выбраны и аргументированы способы их технической реализации.

С целью уменьшения габаритов и массы конструкции и для соблюдения соосности был выбран и рассчитан планетарный редуктор типа А по схеме 2k-h с пятью сателлитами и невращающимся центральным колесом b [1]. Выбран и аргументирован способ преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное. Использование в этом качестве шарико-винтовой передачи обосновано перспективой создания автомата заряжания, что потребует высокой динамичности системы при условии сохранения тактико-технических характеристик миномета. В конструкцию также была заложена возможность реализации системы начального позиционирования привода. Подобранный электродвигатель является типовым и оптимальным для военной техники.

Перспективой развития проекта станет создание автоматизированного комплекса «кочующего миномета», который включает в себя орудие, автомат наведения и заряжания, специальное транспортное средство и компьютеризированную систему управления.

**Список литературы**

1. Кудрявцев В.Н., Кирдяшев Ю.Н. Планетарные передачи: справочник. М.: Машиностроение, 1977. 536 с.
2. Никифоров Н.Н. Минометы. М.: Воениздат, 1956. 248 с.

## **РАЗДЕЛ «РОБОТОТЕХНИКА И КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ»**

### **СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»**

#### **УДК 64.06**

#### **АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ БЫТОВЫМИ ПРИБОРАМИ С ПОМОЩЬЮ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ**

Аткин В.Э., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»  
satkardu@gmail.com

Ильинов Е.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»  
egorkaschool4@gmail.com

Шахов А.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»  
shahov9ad@gmail.com

Научные руководители: Пашенин Е.В., ст. преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Юренкова Л.Р., к.т.н, доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

В начале XX века возможности электричества значительно расширились. Жилище современного человека удалось оснастить электрическими устройствами и приборами, которые сделали жизнь людей значительно комфортней. Но возникла проблема, связанная с истощением традиционных источников энергии, а также расположенных отдаленно от места проживания людей [1]. Поэтому ученые всех стран работают над поиском новых источников электрической энергии, которая является альтернативной традиционным источникам. Система «Умный дом» была создана в 1950 году американским инженером Эмилем Матигасом и получила название «Дом с кнопками». По всему дому были расположены кнопки, при нажатии которых выполнялись основные бытовые задачи, для чего потребовалось 2 км проводов [2].

Благодаря созданию системы «Умный дом» люди научились контролировать состояние домашних приборов, находясь вне дома на большом расстоянии. Кроме того «Умный дом» обеспечит защиту и безопасность жилья при отсутствии хозяев.

В представленном проекте приведено решение проблемы обеспечения жилища расположенного отдаленно от традиционных источников электричества, бытовыми приборами, источником электричества для которых служит солнечная энергия. Причем предусмотрено накопление электричества, а также дистанционное управление процессом его потребления.

Предварительно были определены следующие модули, входящие в систему «Умный дом»: инфракрасный датчик движения, датчик температуры, влажности, модуль реального времени, микроконтроллер, сканер RFID меток и дисплей.

После изучения основ программирования для контроллеров Ардуино, а также углубления знаний в области физики, электроники, системотехники алгоритмизации была

составлена блок-схема работы системы «Умный дом». Используя логику работы системы и схему подключения модулей, была разработана схема подключения модулей к плате Arduino UNO. Датчик движения можно использовать не только в охранной системе, но и в целях экономии электричества, если дом открыт и в нём никто не двигается.

Для создания проекта «Умный дом» основным источником электроэнергии выбрана солнечная энергия, которая преобразовывалась в электрическую энергию с помощью солнечных панелей, установленных на крыше дома. Солнечные панели - это полупроводниковые изделия, которые аккумулируют солнечную энергию и преобразовывают её в электрический ток.

В нашей стране действует несколько крупных компаний производящих модули для систем «Умного дома», а также сами системы. Лидирующую позицию в этой деятельности имеет «Яндекс», на предприятиях которого производятся такие «умные изделия», как лампочки, розетки, «умные колонки», при помощи которых можно управлять всеми этими устройствами. Кроме того, разработан голосовой помощник, при помощи которого осуществляется контроль работы приборов «умного дома».

#### Список литературы

1. Блум Дж. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства. 2-е изд. / пер. с англ. СПб.: БХВ-Петербург, 2020. 529 с.
2. История умного дома. URL: <https://clck.ru/> (Дата обращения 19.09.2022).

#### УДК 004.896

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЖИВЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ЛАБИРИНТА

Базикалова А.А., студент

МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

[bazikalova.a@mail.ru](mailto:bazikalova.a@mail.ru)

Забегаев Ю.П., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

[yugazab00@gmail.com](mailto:yugazab00@gmail.com)

Научные руководители: Морозов И.В., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Юренкова Л.Р., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Цель исследования заключается в признании родства биологических и технических функциональных систем. Для этого разработана методика изучения траектории и способа движения в лабиринте объектов живой и технической природы. Выбраны следующие объекты исследования: игрушечный механический жук, джунгарский хомячок, мадагаскарский таракан, мобильные роботы и человек.

Новизна эксперимента заключается в том, что при реализации программы исследования использовались следующие методы: модельный эксперимент, наблюдение, количественно-качественный анализ данных. Прохождение по кратчайшему пути – задача, моделирующая применение сенсорных и эффекторных (двигательных) систем, перерабатывающих информацию о состоянии внешней и внутренней среды. Удовлетворение потребностей жизни и развития - главные задачи поведения живых организмов, для решения которых необходимо достижение целевых ситуаций в среде. С

этой целью эволюционно формировался мозг, развивались механизмы научения, интеллект.

В современной среде человеку необходима техника, способная выполнять и (или) имитировать интеллектуальные решения [1]. В 1948 году Н. Винер сообщил о новой науке – кибернетике. Вокруг метафоры «искусственный интеллект» объединились усилия специалистов по теории функциональных систем управления, математическому моделированию, мехатронике, информационным технологиям, физиологии, когнитивной психологии. Непрерывная глобальная оптимизация поднимает новую волну научных споров на темы генетического родства биологических и технических функциональных систем и проблематики искусственного интеллекта. Главные свойства живых организмов – активность и целенаправленность – должны стать «вдохновляющей идеей» мехатроники будущего. Чтобы моделировать целенаправленное поведение, надо знать истоки его природного воплощения и понять, как обучается и работает функциональная система. В связи с этим наше внимание было обращено к проблеме управления движением. Ориентацию в жизненном пространстве наглядно моделирует ориентация в пространстве лабиринта.

Проведенные эксперименты показали, что траектория движения механического жука с «нулевым» интеллектом непредсказуема. Выход по кратчайшему пути прогнозируется на основах вероятностного исчисления. В первой модели робота Lego NXT Mindstorms 2.0 был реализован алгоритм движения с избеганием препятствий. В основу следующего машинного алгоритма была заложена траектория движения инфузории-туфельки, второй робот проходил лабиринт, не отрываясь от стены. Подобный способ известен со времен Древней Греции под названием «правило одной руки». Мадагаскарский таракан - обладатель ганглионарной нервной системы - проявил способность к научению. Сначала насекомое впадало в ступор, пыталось развернуться, но впоследствии нашло кратчайший путь. Эксперимент закончили, когда таракан «закрепил» результат. Робот, моделирующий поведение таракана, был оснащен программой, сравнивающей временные затраты на каждую из попыток, таким образом, он исключал неэффективные маршруты. Проведенный хронометраж событий и «кривая научения» отражает временные затраты на прохождение по лабиринту, что подтверждает данные А.Лурия, Э. Торндайка и др. [2].

Джунгарский хомяк – обладатель развитой ЦНС. Первый запуск он посвятил доскональному исследованию лабиринта. В результате зверек нашел выход и получил лакомство, а уже со второго запуска нашел кратчайший путь и демонстрировал эту траекторию до конца эксперимента. Подтверждение замечено в опытах И.С. Бериташвили по исследованию ориентации у собак [3]. Мы не пытались в полной мере смоделировать интеллект хомяка, но заложить алгоритм его поведения в роботе все-таки удалось. Для этого пришлось полностью изменить техническое оснащение и систему управления. Новая модель была собрана из различных элементов, в основе – контроллер Arduino. Была усложнена система обратной связи и использована другая среда программирования. В результате получили робот, способный изучить лабиринт целиком в течение первого запуска и выявить кратчайший путь. Более того, он способен сообщить данные о маршруте другим роботам, более примитивным, но способным выполнить требуемую последовательность действий. Были усовершенствованы алгоритмы позиционирования и избегания препятствий, что сократило временные затраты на изучение и прохождение лабиринта.

Для изучения алгоритмов научения на примере человека несколькими испытуемым был выдан буквенный лабиринт, где среди буквенного множества необходимо было найти

существующие слова. По результатам временных замеров все 15 участников приспособились к данной модели лабиринта.

В поведении живого организма заложена «целевая функция», которая заставляет его активно искать и фиксировать навыки, позволяющие выжить. В мобильных роботах этого нет, но подобные машинные алгоритмы, по мнению ведущих разработчиков искусственных нейросетей, можно заложить методом численного моделирования. У живого организма, независимо от уровня развития перцептивной психики свой филогенетический и (или) онтогенетический опыт решения задач целенаправленного движения: он учится на собственных ошибках. А вот технические системы искусственного интеллекта способны учиться на чужих ошибках. Машина, которая первый раз пройдёт лабиринт по кратчайшему пути, «научит» этому все остальные машины независимо от их «интеллектуальной» оснащённости. Таким нам видится будущее «ролевых алгоритмов», а также решение проблем надёжности и безопасности беспилотного транспорта.

#### Список литературы

1. Шамис А.Л. Подход к построению качественных моделей процессов мышления. // Вестник практической психологии образования. 2012. №1 (30). С. 20-28.
2. МакФарленд Д. Поведение животных: психобиология, этология и эволюция. М.: Мир, 1988. 520 с.
3. Физиология. Основы и функциональные системы: курс лекций / под ред. К.В. Судакова. М.: Медицина, 2013. 784 с.

#### УДК 62.519

#### КОНСТРУКЦИЯ ШАГАЮЩЕГО РОБОТА

Волков Д.Д., учащийся

СОШ №1, г. Химки, ФМШ МГТУ им Н.Э. Баумана

aityon@mail.ru

Топорец Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

daniil@topurets.ru

Султанов В.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

vadsultanoff@yandex.ru

Научный руководитель Юренкова Л.Р., к.т.н, доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

В проекте представлена действующая модель многоцелевого шагающего робота из стандартных деталей. В последнее время шагающие роботы особенно востребованы в местах, труднодоступных и опасных для человека местах, а в будущем будут использоваться при освоении других планет [1]. При разработке концепции робота, способного устойчиво передвигаться по различным неровным поверхностям, был принят в качестве прототипа обыкновенный муравей, обладающий такой способностью. Муравей – это самое распространенное на Земле насекомое. Изобретательные люди многое заимствуют из природы, которая до сих пор хранит множество нераскрытых тайн и загадок.

Между прочим, по своему строению муравей очень похож на человека: у него есть голова, грудь, брюшко, но шесть ног, которые и привлекли внимание конструкторов к муравью.

В фантастической литературе робот представляется в виде человекоподобного устройства, но на практике двуногие роботы имеют высокую вероятность опрокидывания. Единственным преимуществом такого робота является конструктивно заложенная в нем возможность управлять машинами и механизмами, изначально ориентированными на человека. Шагающий робот при своем передвижении должен приспосабливается к изменяющейся форме поверхности за счет встроенных в его конструкцию специальных устройств [2]. Трехногий робот может устойчиво стоять, но при передвижении у него нет постоянного устойчивого контакта с поверхностью. Поэтому при создании конструкции шагающего робота внимание инженеров привлек муравей с шестью ногами, а главное, его удивительные способности. Так, муравей способен поднимать груз, намного превышающий его вес. Для объяснения этого феномена ученые провели исследования с использованием микротомографии. Оказалось, что основная нагрузка падает на шею насекомого. Элементы твердого панциря муравья (кстати, самого твердого среди других насекомых) соединены мягкой тканью. Исследования ученых показали, что подобные соединения контрастных по твердости тканей значительно увеличивают грузоподъемность и общую выносливость насекомого. Поэтому следует учитывать это взятое из природы обстоятельство при конструировании роботов, а также других машин и механизмов.

Прежде, чем приступить к созданию экспериментального макета робота, была разработана его математическая модель для расчета движений каждой ноги с тремя степенями свободы [3]. После этого перешли к испытанию электронной модели, основой для которой явилась математическая модель. В проекте приведена электронная таблица расчета движений ног робота.

Эксперименты, проведенные с действующей моделью разработанного авторами шагающего робота, показали, что он способен устойчиво передвигаться по различным неровным или очень гладким поверхностям в связи с тем, что в основе его конструкции использована уникальная природная особенность насекомого – муравья.

Представленная в проекте математическая модель шагающего робота может быть использована для расчёта движений шагающих роботов различной конструкции с тремя степенями свободы для каждой ноги.

#### Список литературы

1. Афанасьев О.А., Гендель В.С., Зимин А.В. Шагающие машины. // Теория Механизмов и Машин. 2005. №1. Т. 3. 263с.
2. Ван Ц., Деваев В.М. Метод управления ходьбой малого антропоморфного робота по подвижной поверхности. // Вестник КНИТУ-КАИ. 2020г. № 3. С. 34-39.
3. Накано Э. Введение в робототехнику. / перевод с япон., под редакцией канд. техн. наук Д.М. Филатова. М.: Мир, 1988. 334 с.



УДК. 681.3.513

## КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ХАОТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

Дроздова С.В., учащаяся

СОШ №1 г. Химки

lsd103@gmail.com

Олейников А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

oleynikovaa@student.bmstu.ru

Рожков Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

demix228.1994@mail.ru

Научные руководители: Минеев А.Б., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

mineev@bmstu.ru

Юренкова Л.Р., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

romanovna@bmstu.ru

В настоящее время общепризнанными методами описания состояния макросистем считаются статистические методы. Тем не менее, если частицы в системе видимы электронно-оптическими приборами и различимы на общем фоне, то благодаря видеонаблюдению могут быть измерены кинематические параметры каждой частицы в разные моменты времени.

Целью данной работы является подбор алгоритмов и методов компьютерной обработки видео для поиска центра масс системы и применение их при исследовании броуновского движения.

Для решения поставленной задачи требуется наложить ряд ограничений на её условие. Во-первых, тела исследуемых систем считаются плоскими, т.е. такими, что одно из измерений тел намного меньше двух остальных. Во-вторых, все тела находятся в одной плоскости и лежат на ней своей большей стороной. В-третьих, принимаем плотность всех тел в каждой точке одинаковой.

Этим требованиям удовлетворяет броуновское движение, открытое в 1827 г. английским ботаником Броуном (1773-1858). Броуновское движение – это случайное движение частиц жидкости вследствие их столкновений с другими атомами или молекулами. Первое научное объяснение этому процессу дал в 1904 году М. Смолуховский – выдающийся польский физик. Одновременно разработкой теории броуновского движения занимался Альберт Эйнштейн - великий немецкий ученый, один из основателей современной теоретической физики, лауреат Нобелевской премии по физике. Ж.Б. Перрен - французский физик, лауреат Нобелевской премии по физике 1926 года своими опытами подтвердил теорию броуновского движения [1], [2].

. Центр масс системы обладает рядом важных свойств, например: сила, действующая на него, есть результат действия всех внешних сил. В частном случае скорость центра масс замкнутой системы остаётся неизменной. Положение центра масс системы относительно начала отсчета характеризуется формулой [3]:

$$\mathbf{r}_c = \frac{1}{m} \sum m_i \mathbf{r}_i \quad (1)$$

где  $m_i$  и  $\mathbf{r}_i$  – масса и радиус-вектор  $i$ -й частицы,  $m$  - масса всей системы.

После преобразования формулы (1) с учетом принятых выше допущений, получено следующее выражение:

$$x_c = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_{ci} N_i, \quad (2)$$

где  $x_i$  – координата и-того пикселя,  $x_{ci}$  – центр масс отдельно взятого тела,  $N_i$  – количество пикселей, входящих в тело номера  $i$ ,  $N$  – общее число пикселей всех тел системы,  $n$  – число отдельно взятых тел.

Оба вида записи формулы (2) могут быть применены в алгоритме. Логично предположить, что чем больше разрешение видео, тем выше точность измерения и тем большие мощности нужны для обработки одного кадра.

Эксперимент был поставлен таким образом, что в чашке Петри, наполненной раствором синего цвета, беспорядочно двигались частицы белого цвета (чашка Петри применяется с тем, чтобы частицы совершали движение преимущественно в одной и той же плоскости). Покадровая обработка позволила определить положение центра масс в определенный момент времени. По итогам эксперимента были оформлены протоколы.

В результате обработки результатов эксперимента было обнаружено, что изменение положения центра масс оказалось незначительным и допустимым с учетом погрешности эксперимента. Таким образом, можно сделать предположение о неизменности положения центра масс изолированной системы, что соответствует результатам ряда ранее проведенных экспериментов

#### Список литературы

1. Эйнштейн А., Смолуховский М. Брауновское движение: сб. статей / пер. с нем. и франц. Онти М.-Л.: Главн. ред. общетехн. лит., 1936. 608 с.
2. Леви П. Стохастические процессы и броуновское движение. / пер. с франц.. М.: Наука, Физматлит, 1972 г. 376 с.
3. Сивухин Д.В. Термодинамика и молекулярная физика: учеб. пособие для вузов. 3-е изд., испр. и доп. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. 592 с.

#### УДК 67

#### БЫСТРОРАЗЪЕМНЫЕ РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Еремин С.Е., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»  
ese.worldworkshop@mail.ru

Климова В.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»  
klimova.v2004@yandex.ru

Нагорный П.Е., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»  
jakenogo322@gmail.com

Научный руководитель: Рябов В.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Резьбовые соединения имеют большое значение для обеспечения прочного монтажа и эксплуатации деталей машин в автомобилестроении, авиастроении, а в ракетной технике еще и особую надежность. Обычно при конструировании резьбовых соединений решается задача обеспечения прочности собранного узла. Детали корпуса

ракеты тоже нужно надежно соединять, но парадоксальность ситуации с ракетой состоит в том, что некоторые детали нужно в определенный момент разъединить, то есть после надежного соединения необходимо мгновенно нарушить целостность сборки. Такие требования к конструкции предъявляются для установки ракеты перед стартом на пусковой площадке, а в момент запуска двигателей для подъема ракеты с полезной нагрузкой необходимо отсоединить начинающую движение многотонную ракету от стартового комплекса. Кроме того в процессе полета ракеты, имеющей несколько ступеней, в определенный момент следует разорвать связь ступеней с ракетой. Эта задача может быть выполнена с помощью специальных резьбовых соединений. Конструкторы решили задачу мгновенного разделения частей ракеты в полете с помощью специального «пиротехнического болта» [1, 2].

Надежное соединение элементов конструкции ракеты осуществляется при помощи болтов, имеющих сферические шайбы для компенсации перекосов опорных поверхностей. Прекращение соединения резьбовых деталей предлагается выполнять путем воспламенения взрывчатого вещества в отверстии тела пиротехнического болта и с разделяющимися на две половины гайками в качестве элементов механизма разблокировки.

Из открытых источников [3] известно, что наиболее употребляемой в таких случаях является следующая взрывчатая смесь: (марганец + хромовый барий + хромат свинца). Эта смесь с задержкой взрыва подходит для последовательных возгораний. Смесь, в составе которой имеется карбид бора (азотнокислый калий: выделяет газ), используется как воспламенитель. Он термически устойчив, стабилен в вакууме, скорость его горения зависит от давления.

При конструировании взрывных пиротехнических резьбовых соединений большое внимание уделяется надежности срабатывания устройства, обеспечивающего разделение элементов конструкции. Важным фактором при этом является минимизация массы деталей: разрушение болта, сопровождается разбросом мелких металлических частиц, которые могут повредить корпусные детали ракеты. Необходимо также предусматривать осуществление направленного взрыва, отбрасывающего частицы в безопасном направлении. Для этого устанавливаются дополнительные детали, экранирующие важные элементы конструкции, а форма отверстия пиротехнического болта должна обеспечивать уменьшение воздействия силы взрыва на несущую конструкцию ракеты.

#### Список литературы

1. Грабин Б.В., Давыдов А.П., Аверьянов О.И., Сердюк В.К. и др. Основы конструирования ракет-носителей космических аппаратов: учебник для студентов вузов. М.: Машиностроение, 2009. 506 с.
2. Азаренко Л.Г. Введение в ракетно-космическую технику. Москва-Вологда.: Инфра-инженерия, 2018. 381с.
3. Энергетические конденсированные системы: краткий энциклопедический словарь; ред. Жукова Б. П. Изд. 2-е, исправл. М.: Янус К. 2000. 595 с.

**УДК 514.83****ИЗМЕРЕНИЕ ШУМА. ВЛИЯНИЕ ШУМА НА ЗДОРОВЬЕ**

Иришичев Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

irishichevda@student.bmstu.ru

Петров А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

alexpetrov1912@gmail.com

Спесивцев Н.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

nikispesev@gmail.com

Научные руководители: Максимова Р.А., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Рябов В.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Юренкова Л.Р., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Цель работы заключается в создании оригинальной конструкции шумомера с программным обеспечением на базе Arduino-mini. При превышении уровня шума выше допустимого санитарными нормами будет происходить автоматическая отправка информации на прибор в виде браслета на руке космонавта и далее в Центр управления полетом. Таким образом, произойдет отслеживание его здоровья. Непрерывный мониторинг здоровья предполагает не только постоянные измерения, но и оперативную отставку в Центр управления полётами этих данных для принятия необходимых мер.

Электрическая схема шумомера создана в программе «Fritzing», код программы написан в программе «Arduino IDE», что позволило использовать стандартные библиотеки для «Bluetooth» и LCD-матрицы [1].

При разработке устройства отслеживания состояния здоровья особое внимание было обращено на удобство установки приборов. Шумомер и связанный с ним браслет на руке космонавта должны работать довольно длительное время, поэтому была обеспечена надежная программная и аппаратная обеспеченность электроэнергией. Авторы проекта предусмотрели два варианта питания шумомера и браслета: от скафандра и от аккумулятора. Питание от скафандра обеспечит большую автономность для космонавта, но при этом сделает устройство менее мобильным и исключит возможность его использования внутри космической станции. А при питании от аккумулятора космонавт продолжит мониторинг состояния здоровья даже после прибытия на станцию и снятия скафандра [2].

Мониторинг состояния здоровья космонавтов во время полета является одной из важнейших задач, стоящих перед конструкторами скафандров. В открытом космосе при ухудшении состояния здоровья должны быть приняты незамедлительные меры по спасению жизни. Наблюдение за частотой сердечных сокращений, электрокардиограммой и показаниями кровяного давления должно быть непрерывным.

Таким образом, разработанная конструкция, состоящая из шумомера и браслета на руке космонавта, позволит оперативно отслеживать состояние его здоровья и предотвращать несчастные случаи, которые могут произойти во время работы в открытом космосе.

## Список литературы

1. Горелик Г.С. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику (3-е издание). М.: Физматлит, 2010. 552 с.
2. Шелихов Е.С., Греков Э.Л., Безгин А.С. Применение программно-аппаратных средств Arduino при разработке автоматизированных систем световой индикации и вывода информации В 2 ч. Ч. 1: учебное пособие; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. 127 с.

**УДК 533.04****ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКОВ ВОЗДУХА ПРИ ОБТЕКАНИИ КРЫЛА САМОЛЕТА**

Келеш В.П., учащийся

СОШ №1, г. Химки

aityon@mail.ru

Малова К.Е., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

6062241@bk.ru

Улаева Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

ulaeva@student.ru

Научный руководитель: Юренкова Л.Р., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Проведенное исследование было направлено на то, чтобы в лабораторных условиях увидеть и понять, как летают самолеты. Для этого предварительно была изучена литература и разработана методика проведения экспериментов для различной формы крыла, изготовленного своими руками [1].

Известные исследования движения потоков воздуха при обтекании крыла самолета показывают, что на крыло действует четыре силы: сила тяги, создаваемая двигателями, сила тяжести, направленная к Земле, сила лобового сопротивления воздуха, препятствующая движению самолета, и, наконец, подъемная сила, которая обеспечивает набор высоты [2].

При полете самолета иногда встречается «зона турбулентности» - система вихрей, амплитуда которых меняется хаотически. В данном исследовании набегающий поток был принят ламинарным, то есть плавным. Наблюдение за движением потоков воздуха при обтекании крыла самолета осуществлялось с помощью Шлирен-метода, предложенного немецким ученым А. Тёплером в 1867 году [3]. С помощью этого метода удается обнаружить оптические неоднородности в прозрачных преломляющих средах. Он применяется, например, при исследовании качества зеркал и других оптических деталей. В данном проекте этот метод применен для исследования распределения плотности воздушных потоков, образующихся при обтекании моделей крыла самолета различной геометрической формы. Воздушный поток, направленный на крыло самолета, подвергается деформации, что приводит к изменению силы лобового сопротивления и подъемной силы воздушного судна. Наше зрение не улавливает движение потоков воздуха, а Шлирен-метод позволяет увидеть невидимое в лабораторных условиях: движение потоков воздуха. В ходе эксперимента было замечено, что в случае заостренной формы крыла наблюдается более ровное и плавное его обтекание воздухом и,

следовательно, такая форма позволяет снизить силу сопротивления движению. Для самолетов это приводит к более эффективному изменению положения корпуса в воздухе.

Шлирен-метод работает следующим образом: горячий воздух поднимается вверх, так как молекулы, движутся быстрее, отталкиваясь друг от друга в газообразной среде. Таким образом, газообразная среда становится менее плотной и соответственно более легкой. Разница в плотности воздуха позволяет выполнить Шлирен-фото-съемку, так как свет меняет скорость, касаясь воздуха, имеющего разную плотность, преломляется и создает видимое изображение. Шлирен - переводится с немецкого, как штрих. Поэтому светлые штрихи, как результат преломления воздуха, мы и наблюдаем. Это как бы увидеть ветер, что обычно невозможно. Мы лишь чувствуем его. Шлирен -эксперимент не запечатляет воздух в буквальном смысле слова, а ловит свет искаженными световыми потоками. Таким образом, Шлирен-метод исследования плотности воздушных потоков, образующихся при обтекании моделей крыла, позволил определить зависимость плотности воздушного потока от геометрической формы крыла самолета.

#### Список литературы

1. Косачевский С.Г. Аэродинамика и динамика полета легких самолетов.: учеб. пос. Ульяновск.: УИГА, 2019. - 240 с.
2. Белов С.В. Аэродинамика и динамика полета: уч. пос. Оренбург.: ОГУ. 2014. 109 с.
3. Васильев Л.А. Теневые методы. М.: Наука 1968. 408 с.

#### УДК 62-529

### СИСТЕМА ДРОНА-ПОИСКОВИКА С ТЕПЛОВИЗОРОМ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ КАРТЫ ЧЕЛОВЕКА

Назаров И.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

greatnia@gmail.com, nazarovia@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Иванова Н.С. , к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Предназначение дрона-поисковика заключается в обнаружении людей в определенной области поиска. Разрабатываемая система будет использоваться с целью спасения жизни человека [1].

Комплекующие системы: рама, пропеллеры, двигатель, аккумулятор, тепловизор, карта захвата, вычислительная машина (BM). Рама сделана из сплава Al-Li для уменьшения веса и повышения скорости. Пропеллеры выполнены из поликарбоната (огнеупорного и трудно деформируемого материала) Универсальный коллекторный двигатель работает на постоянном и переменном токе, вследствие чего имеет объемный аккумулятор (>3000 мАч[2]) [2]. В качестве тепловизора выбрана отечественная разработка СНЕГИРЬ-500MT, обладающая прочностью, компактностью и высокой надежностью. Размер дисплея жидкокристаллического типа составляет 3,5 дюйма для общей компактности системы с функцией мгновенного определения коэффициента теплового излучения материала. Карта захвата (webcaster x2) нужна для трансляции на системную консоль изображения с тепловизора. Расчетная вычислительная мощность оснащена системой GPS+BM и необходима для определения теплового портрета человека, созданного нейросетью. Обоснованный выбор комплекующих системы обеспечивает требуемые эксплуатационные показатели, включая малый вес (5 кг) и подвижность крепления тепловизора с рамой. Размер дрона-поисковика составит 750\*750 мм.

Конструктивные особенности разработанной модели, включая предлагаемую систему крепежа, позволили обеспечить точную и бесперебойную работу вычислительной машины. Под вычислительной машиной подразумевается мини-компьютер, который необходим для анализа картинки с дрона и вычисления траектории полёта. С помощью нейронных сетей он будет определять, человеческая ли тепловая карта или нет. Также в беспилотнике будет присутствовать GPS модуль, который необходим для автоматизации процесса, то есть дрон сможет обследовать территорию без управления. Траектория будет вырисовываться программой, которая может быть реализована как на скриптовых языках программирования очень высокого уровня (Python), что может вызывать большую нагрузку на VM, но позволит легче расширять функционал дрона в дальнейшем, например, за пару дней заложить в него поиск новой тепловой карты. Другим вариантом решения задачи траектории будет написать программное обеспечение для беспилотника на языках более низкого уровня, используя C/C++ и Arduino, оказывая меньшую нагрузку на VM.

Результатом подбора комплектующих, разработанной компоновки, включая обеспечение эксплуатационных показателей, стал функционал, не представленный на данный момент на современном рынке. В предыдущих моделях поиск осуществляется за счет камеры, от которой легко укрыться и остаться незамеченным, поскольку вычислительная мощность не позволяет точно определить тепловую карту [3]. Также объем аккумулятора и устойчивость к перепаду температур похожих дронов не подходят для использования в неблагоприятных погодных условиях России. VM внутри беспилотника позволит загрузить тепловой портрет человека, чтобы он не путал зверей или похожие предметы со схожей температурой с нужным объектом, благодаря которой будет осуществлять самостоятельный поиск в заданной местности. Дрон является более практичным вариантом по сравнению с группами людей или управляемыми летательными аппаратами, которые ведут поиск вручную. Данная система дрона-поисковика может быть применена специалистами МЧС для поиска пропавших людей в заданной местности.

#### Список литературы

1. Афанасьев В.А., Хайрулин В.Р., Мещанов А.С. Модельная задача перехвата летательного аппарата в однородной атмосфере // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2010. № 2. С. 118-121.
2. Цопов Г.И., Овсянников В.Н. Проектирование коллекторных электродвигателей переменного тока малой мощности. Самара: Самарский государственный технический университет, 2011. 116 с.
3. Михеев С.В. Основы инфракрасной техники. Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2017. 127 с.

УДК 531-3

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГИРОИДА В КОНСТРУКЦИЯХ МАШИН**

Пакскин Д.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

dmitripakskin@gmail.com

Сударев И.К., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

iljasudareff@yandex.ru

Терехов И.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

ph2kek@gmail.com

Научные руководители: Юренкова Л.Р., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Яковук О.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

В проекте выполнено исследование гироида, одной из разновидностей минимальных поверхностей, которые были открыты в 1970 году американским физиком и ученым-компьютерщиком Аланом Хью Шоном. Эту поверхность удалось получить благодаря появлению 3D-печати и найти ей применение как конструкционного материала последнего поколения. Авторы проекта получили образец гироида на 3D-принтере.

Полное название гироида – модельный материал с топологией трижды периодической поверхности минимальной энергии – или сокращено ТППМЭ. Гироид можно описать с помощью математического уравнения:

$\cos(x) \cdot \sin(y) + \cos(y) \cdot \sin(z) + \cos(z) \cdot \sin(x) = t$ . Таким образом, благодаря сочетанию в структуре гироида элементов с положительной и отрицательной кривизной этот материал обладает высокой прочностью при минимальной плотности и энергии. Ученые заметили, что аналитическое выражение этой минимальной поверхности встречается при исследовании в областях физики и химии, что привело к открытиям, отмеченным Нобелевскими премиями [1]. В последние годы минимальные поверхности все чаще находят применение в технике, а гироид в качестве конструкционного материала совершил прорыв в различных областях науки и техники.

Известны примеры использования гироида в биологии и медицине. За счет наличия у гироида периодической структуры удалось создать конструктивные элементы, в которых будут происходить поглощение и угасание акустических волн. Гироид используют в качестве элемента катализатора для проведения гетерогенных химических процессов. Изделия со структурой гироида нашли применение в системах, подвергающихся экстремальным нагрузкам благодаря сочетанию низкой массы и высокой прочности. В космической отрасли такие изделия могут применяться как амортизаторы для энергопоглощения в качестве защитных слоев в посадочных системах космических аппаратов, заменив используемые пенопласты и сотоблоки из металлической фольги [2]. В оборонной технике гироидальные структуры применяются в качестве защитных слоев и бронепреград, заменяя традиционные конструкции из полимеров, металлов и керамики [3].

При минимальной плотности гироиды обладают высокой прочностью, достаточной для выдерживания атмосферного давления. Неудивительно, что природа опередила ученых и создала этот удивительный материал для бионических структур. например, в мембранах хлоропластов и в кутикулярных образованиях на крыльях бабочек,



в поверхностных покровах жуков. Благодаря особенностям строения гироида ученые смогли объяснить многие ранее непонятные явления в природе.

Гироидальные структуры используются при 3D-печати полых объектов в качестве заполнения, создающего практически одинаковую механическую прочность во всех направлениях. Так, совсем недавно появились так называемые безвоздушные шины автомобильных колес, для которых нагнетать воздух внутрь в принципе нет необходимости. Поэтому их ещё называют непневматическими, а иногда – беспрокольными.

На одной из последних недель моды в Париже дамские сапоги и кроссовки с гироидальной подошвой, напечатанной на 3D-принтере, показали, что будущее высокой моды за новыми материалами типа гироида.

#### Список литературы

1. Лорд Э.Э., Маккей А.Л., Ранганатан С. Новая геометрия для новых материалов. М.: Физматлит, 2010. 264 с.
2. Алешин В.Ф., Колобов А.Ю., Макаров В.П., Петров Ю.А. Посадочные устройства космических аппаратов (ка) на основе пенопластов и сотоблоков. // Наука и образование: научно-техническое издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. № 4. 2010. С. 1–7.
3. Марков В.А., Пусев В.И., Селиванов В.В. Вопросы применения высокопористых металлов и сотовых конструкций для защиты от ударно-волновых нагрузок. // Вопросы оборонной техники. Серия 16: технические средства противодействия терроризму. 2012. № 7–8. С. 54–62.

#### УДК 004.9

#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОГРАММЕ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПАС

Пискунова Е.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

piskunovaer@student.bmstu.ru

Научные руководители: Корягина О.М., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»;

Суркова Н.Г., к.п.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Конструкторам в их практической деятельности часто приходится иметь дело с разработкой моделей изделий. Программы 3D- проектирования позволяют осуществить технологии электронного моделирования или цифровых прототипов в приборостроении и машиностроении, включая создание отдельных деталей, моделирование крупных сборок и получение конструкторской документации любой сложности [2]. КОМПАС представляет большие возможности для моделирования процесса полной сборки, а также отдельных узлов и соединений. Соединения с помощью стандартных резьбовых соединений – наиболее распространенный вид соединений составных частей изделий.

Задача исследования – создание моделей болтового и шпилечного соединений в программе проектирования КОМПАС-3D при заданных ГОСТах, параметрах резьбы и толщине скрепляемых деталей.

Построение шпилечного соединения:

Модели деталей, которые создаются в программе проектирования КОМПАС 3D, это точные цифровые 3D прототипы, благодаря которым появляется возможность изучать

свойства изделий в процессе их разработки и минимизировать потребность в опытных образцах, что сильно уменьшает затраты на производстве.

Шпилечные соединения рекомендуется применять, когда в сборке нет места для размещения болтов либо, когда одна из соединяемых деталей имеет большую толщину и нецелесообразно сверлить глубокие отверстия для установки длинных болтов.

Программа проектирования КОМПАС 3D рассчитывает и создает модель шпилечного соединения. Исходными параметрами для реализации такого сборочного узла являются диаметр резьбы, шаг резьбы и толщину скрепления [1], остальные параметры шпилечного соединения программа рассчитывает автоматически, основываясь на следующей формуле:

$$L = c + H_r + H_w + k = 20 + 0,7d + 0,15d + 0,5d \quad (1)$$

где  $c$  – толщина скрепления,

$d=16$  – диаметр шпильки,

$H_2=0,7d$  – высота гайки,

$H_w=0,15d$  – высота шайбы,

$k=(0,3...0,5)d$  – выход шпильки за гайку.

Для моделирования шпилечного соединения пользователю необходимо выбрать тип соединения. После выбора необходимого соединения требуется задать параметры шпильки: требуемый ГОСТ изделия, диаметр резьбы и шаг резьбы. На следующей операции задаются параметры шайбы и гайки.

Построение болтового соединения:

Рабочую длину болта  $l$  рассчитывают по формуле:

$$l \geq b_1 + b_2 + s + 2m + k, \quad (2)$$

где  $b_1, b_2$  – толщины скрепляемых деталей,

$s$  – высота шайбы,

$m$  – высота гайки,

$k - (0...2P)$ .

После появления на экране фантомного изображения болта для его размещения в сборке необходимо задать сопряжения соосность, совпадение. Для элементов крепежа предусмотрена возможность автоматического сопряжения. Нужно указать плоскую грань, на которую должен быть установлен крепежный элемент, будет наложено сопряжение совпадение, и цилиндрическую грань, определяющую отверстия, будет наложено сопряжение Соосность. Операции вставки в сборку гаек и шайбы проводят аналогично.

Отверстия под стандартные крепежные изделия можно не моделировать. Поскольку есть функция Болтовое соединение с отверстием.

В данной работе было рассмотрено моделирование резьбовых соединений с помощью стандартных крепежных изделий. Подобные функции программы моделирования КОМПАС-3D делают работу инженера более производительной, позволяют сэкономить время и избежать ошибок при расчетах.

#### Список литературы

1. Горячкина А.Ю., Корягина О.М. Стандартные элементы конструкций изделий. Справочные таблицы / под ред. Сенченковой Л. С.; МГТУ им. Н.Э. Баумана. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 144 с.
2. Полубинская Л.Г., Федоренков А.П., Хуснетдинов Т.Р. Моделирование изделий в Autodesk Inventor: учебное пособие. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. 180 с.

УДК 004.92

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ОШЕЙНИКА СО ВСТРОЕННЫМ ЧИПОМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ЖИВОТНЫХ**

Пискунова Н., студент

МГТУ им. Н.Э.Баумана, Факультет международных образовательных программ

nina.piskunov@gmail.com

Научный руководитель: Маслова Т. И., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Целью данной работы является моделирование ошейника со встроенным чипом в системе «КОМПАС-3D». Для достижения этой цели необходимо выполнение нескольких задач: составление технического задания и сбор информации, создание 3D модели ошейника, переход от 3D модели к 2D чертежу и анализ изделия.

На данный момент применяют датчики сигнала для поиска местонахождения животных только для определенного расстояния. Для повышения точности местонахождения животных нами разработан чип на платформе Arduino. «Микрочип или чип – это интегральная схема в виде пленки или компонента маленького размера, часто сделанная из полупроводящего материала» [1]. Работа данного чипа основана на GPS, т.е. используются сигналы спутников для определения положения приемника. Этот чип размещен на ошейнике в специальном футляре, который имеет защитную роль, так как является водонепроницаемым и устойчивым к внешним воздействиям при неблагоприятных условиях. Создано мобильное приложение «FindMe», в котором есть кнопка «Turn FindMe», при нажатии на которую включается работа данного чипа и GPS, когда необходимо, что приводит к уменьшению затрат батареи.

В системе «КОМПАС-3D» смоделирован ошейник для больших собак, поэтому размер чипа составляет 1,5×2 см. Для малых собак предусмотрен чип с размерами 1×1 см. Приведены размеры ошейника для собак разных размеров. Для устранения неудобств использования чипа, в том числе и ошейника, применены небольшие радиусы скругления. На чертеже ошейника со встроенным чипом приведены размеры футляра для чипа и батареек, размеры застежки ошейника, габаритные размеры всего изделия.

На основании исследования выбран оптимальный материал для ошейника - биотан. Этот прочный и гибкий материал состоит из нейлона, залитого полиуретаном. Своим большим количеством преимуществ биотан выделяется среди остальных материалов, применяемых для изготовления ошейника. Изделия из биотана не растягиваются, не скользят в руке; не впитывают воду; не замерзают, и даже будучи мокрыми, сохраняют гибкость и эластичность при минусовой температуре; устойчивы к выгоранию на солнце, стиранию и изнашиванию; имеют сопротивление на разрыв около 450 кг [2].

Таким образом, в КОМПАС-3D смоделирован ошейник со встроенным чипом для местоопределения животных. Данная трехмерная модель демонстрирует форму, габаритные размеры, внешний вид и другие характеристики изделия. Чертеж ошейника содержит размеры изделия и его составных частей.

## Список литературы

1. Иванько А.Ф., Иванько М.А., Кузнецова В.В. Информационные технологии: микрочип имплантат // Научное обозрение. Фундаментальные и прикладные исследования. 2019. № 3. URL: <https://scientificreview.ru/ru/article/view?id=68> (Дата обращения 14.05.2023).
2. Что такое биотан (biothane). URL: <https://crazydogshop.ru/chto-takoye-biotan-biothane> (Дата обращения 19.09.2022)

УДК 004.92

## ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ ПРИБОРА ПОЛЬДИ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ В КОМПАС-3D

Свинцицкий Ф.С., студент

МГТУ им. Н.Э.Баумана, факультет «Машиностроительные технологии»

svintsitskiyfs@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Маслова Т.И., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Целью данной работы является исследование устройства и принципа действия прибора Польди. Для реализации цели необходимо выполнить задачи: познакомиться с назначением прибора Польди; изучить конструкцию составных частей прибора методом детализирования; выполнить электронные геометрические модели деталей в системе «КОМПАС-3D»; выполнить модель сборки.

В начале исследования было проведено знакомство с технической литературой по данной теме. Энциклопедия по машиностроению содержит сборочный чертеж прибора Польди в разрезе и схему испытания металла на твердость. В прибор входят шесть деталей: боёк, пружина, державка, контрольный брусок, шарик, крышка [1]. Прибор Польди предназначен для измерения твёрдости металлов по Бринеллю методом ударного отпечатка. Паспорт и руководство по эксплуатации прибора поясняет условия для проведения контроля твердости.

Методом детализирования изучены форма, конструкция и размеры шести деталей прибора Польди. В системе «КОМПАС-3D» выполнены электронные геометрические модели деталей, входящих в этот прибор. Модель сборки дала представление о приборе в целом и помогла понять принцип его действия.

Поверхность контролируемого изделия должна быть зачищена от загрязнений, окалины. Эталонный брусок (меру твёрдости) необходимо вставить в нижнюю часть твердомера так, чтобы пружина внутри корпуса через боёк-шток плотно прижала эту меру твёрдости к стальному шарик. Твердомер должен быть размещен перпендикулярно к поверхности контролируемого изделия. При ударе молотка по верхней части бойка стальной шарик диаметром 10 мм вдавливаются одновременно в контролируемую деталь и эталонный брусок, образуя при вдавливании два отпечатка: один на эталоне, другой на испытываемом материале. После этого с помощью отсчётного микроскопа типа МПБ-2 производится измерение диаметров отпечатков. По двум отсчетам, пользуясь специальной таблицей, приложенной к прибору, находят число твердости и предел прочности испытываемого металла [2; 3].

К преимуществам прибора Польди относятся портативность и простота подхода к испытываемому материалу, а недостатком является то, что применять прибор можно только для случаев, не требующих точного определения твердости [1].

Таким образом, мы исследовали назначение, преимущества и недостатки прибора Польди. С помощью моделирования в КОМПАС-3D познакомились с устройством и принципом действия этого прибора.

### Список литературы

1. Энциклопедия по машиностроению XXL URL: <https://mash-xxl.info/info/164541/> (Дата обращения 06.04.2023)
2. Твердомер Польди-Хютте. Паспорт и Руководство по эксплуатации - URL: <https://lanfor.ru/files/0018644.pdf> (Дата обращения 06.04.2023)

3. Лабораторно – практическое занятие №6 - URL:  
<https://studfile.net/preview/7157971/page:6/> (Дата обращения 06.04.2023)

## СЕКЦИЯ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА»

УДК 629.7.036.3

### ВИБРАЦИОННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ БЛОКА ДВИГАТЕЛЯ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА

Азевич М.П., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

azevmark@yandex.ru

Научный руководитель: Петренко Е.О., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

В условиях высокотехнологичного предприятия все более важную роль играет эффективность в области поддержания работоспособности основного оборудования.

Благодаря современным математическим методам и быстрому совершенствованию программных средств в настоящее время мы получили возможность расширить свои компетенции в вопросах оценки состояния и осуществления предиктивной аналитики оборудования.

В данной работе будут рассмотрены вопросы улучшения качества и экономической эффективности работы газоперекачивающего агрегата (ГПА) посредством применения вибрационного обследования блока двигателя с возможностью интеграции в систему мониторинга и предиктивной аналитики для получения лучших результатов и заблаговременного поиска скрытых дефектов.

Вибрационное обследование основывается на измерении уровней вибрации корпуса ГТД и осуществляется с целью проверки соответствия указанных уровней установленным нормам. Измерения проводятся в указанном для конкретного двигателя частотном диапазоне, который охватывает на основных режимах частоты первых оборотных гармоник всех роторов ГТД. В качестве нормируемых параметров вибрации принято среднее квадратическое значение (СКЗ) общего уровня виброскорости  $v_e$  [1], измеренное аппаратурой с детектором СКЗ, или, если используется аппаратура, регистрирующая амплитудное значение, измеренное средним детектором, амплитудный общий уровень:

$$v_a = \pi/2 \cdot v_{cp} \quad (1)$$

Дополнительно нормируются СКЗ или амплитудная составляющая виброскорости частотой компрессора высокого давления  $v_{TKVD}$ .

Если амплитуды гармонических составляющих виброскорости существенно превосходят уровни «фона», то значение общего уровня вибрации составляет:

$$v = \sqrt{\sum v_i^2} \quad (2)$$

Где  $v_i$  – СКЗ или амплитудное значение  $i$ -й составляющей виброскорости.

Суммарная погрешность виброизмерительной системы должна быть не более  $\pm 10\%$  во всем амплитудно-частотном диапазоне. Кроме того, следует отметить, что вследствие того, что температура корпуса двигателя в «горячих» точках высокая (от 150 °С на КНД до 500 °С на КВД), необходимо предусмотреть охлаждение датчиков до рабочих температур датчиков или использовать высокотемпературные датчики вибрации.

Современные информационные технологии и уровень автоматизации технологических процессов представляют нам широкие возможности в части сбора, хранения и обработки больших объемов информации в режиме реального времени. Технологические данные формируются непрерывно на протяжении всего жизненного цикла и содержат в себе объективную информацию о текущем техническом состоянии технологического оборудования. Эти данные нужно научиться использовать в практических целях. Методы, используемые при углублённом анализе, включают в себя алгоритмы машинного обучения, в том числе нейронные сети, распознавание образов, прогнозирование временных рядов, визуализацию, кластерный анализ, многомерные статистические методы, анализ графов, моделирование физических процессов и другие методы интеллектуального анализа данных [3].

Вибрационный анализ – не исключение. Для интеллектуального анализа данных изначально должна быть построена эталонная вибрационная модель ГТД, учитывающая разные режимы работы, способная аналитически описать все многообразие возможных нормальных состояний ГТД. Обычно такие эталонные модели создает завод-изготовитель. Например, для ГТД АЛ31-СТ завод-изготовитель УМПО создал эталонную вибрационную модель, с помощью которой газотранспортные предприятия могут более качественно отслеживать текущее состояние двигателя.

Перечислим также некоторые часто используемые методы предиктивной аналитики, которые могут быть использованы в связке с данными по вибрационному анализу. Статистические критерии обнаружения неисправностей (аномалий), основаны на проверке статистических гипотез. Нормальный режим работы, являющийся эталоном, как правило, представлен в качестве архивной выборки, характеризующей безаварийный режим работы оборудования. Для заданного уровня достоверности вычисляются контрольные пределы, превышение которых означает отклонение значений анализируемого периода от эталонного, и, соответственно, может означать факт обнаружения отклонения состояния оборудования от нормального. Одним из таких критериев является  $T^2$ -критерий (критерий Хотеллинга). Критерий Хотеллинга показывает отклонение состояния оборудования в каждый момент времени по сравнению с предварительно полученным векторным эталоном. Каждое значение критерия характеризует отклонение состояния контролируемого оборудования от нормального. Другим критерием обнаружения аномалий в данных является кумулятивная сумма (CUSUM) [2]. В статистическом контроле CUSUM (или контрольная диаграмма кумулятивной суммы) представляет собой метод последовательного анализа, обычно использующийся для мониторинга обнаружения изменений.

Кроме того, нельзя не затронуть методы прогнозирования технического состояния на основе имеющихся данных. Для прогнозирования могут использоваться два типа моделей:

- регрессионные, к которым относятся линейная, полиномиальная, метод опорных векторов, случайный лес, нейронные сети и ряд других;
- авторегрессионные: ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), VAR (Vector Autoregression), Хольта-Уинтерса (модель экспоненциального сглаживания третьего порядка).

#### Список литературы

1. Методика М029.002.99 «Система качества. Вибрационное обследование блока двигателей агрегатов ГПА-10 (01) с двигателями ДР-59Л(Л1), находящихся в эксплуатации», ОАО Кртз «Констар».

2. Ferrer-Riquelme A.J. Statistical Control of Measures and Processes // Comprehensive Chemometrics. Elsevier, 2009. pp. 97 – 126.
3. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning // Springer New York. 2009. 745 p.

## УДК 62-5

### АВТОМАТИЗАЦИЯ КАТАЛОГИЗАЦИИ КНИГ В НАУЧНОЙ БИБЛИОТЕКЕ

Волынчиков М.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

[mvolynchikov@inbox.ru](mailto:mvolynchikov@inbox.ru)

Волынчикова М.А., студент

МФТИ

[volynchikova.masha@mail.ru](mailto:volynchikova.masha@mail.ru)

Научный руководитель: Мурашов М.В. д. т. н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

В данной работе поднята проблема оптимизации процесса занесения новой книги в электронный каталог библиотеки. Большинство крупных библиотек России на данный момент уже перешли на принятый во всем мире формат электронной каталогизации книг. Ежедневно необходимо вручную помещать в электронную картотеку информацию о более чем трехстах книгах. Программных продуктов, решающих описанную проблему на данный момент нет, хотя приложения, созданные для решения похожих задач, существуют.

В данной работе описана модель приложения, решающего эту проблему. Для удобства процесс достижения поставленной цели можно разбить на несколько отдельных задач: оцифровка текста фотографии, выделение информации карточки из текста, генерация ключевых слов, исправление ошибок в карточке, создание пользовательского интерфейса.

Оцифровка производится с помощью OCR (optical character recognition) Pytesseract. Из титульного листа необходимо извлечь следующую информацию: заглавие, авторство, выходные данные (Название издательства, дата), физическое описание (Количество страниц), ISBN (Уникальный идентификационный номер), шифр (Аналогичные ISBN классификаторы), ключевые слова.

Данные с четкой структурой (шифр, ISBN, выходные данные и физическое описание) легко извлечь из распознанного текста классическими методами программирования.

Задача извлечения именованных сущностей старая и хорошо изученная, решается с помощью искусственных нейронных сетей [1].

Задачи генерирования ключевых слов и исправления ошибок в тексте основаны на законе Ципфа (закономерность распределения частотности слов естественного языка) [2].

Последний этап — создание графического интерфейса. В приложении должно быть реализовано следующее: загрузка изображения из памяти компьютера, замена этого изображения, выбор языка обрабатываемого текста, отображение выбранного изображения, отображение извлеченного текста, отображение созданной карточки, внесение изменений в карточку (вручную и с помощью меню замены с интерфейсом аналогичным Word) Добавление к карточке разметки MARC (Machine-readable cataloging), сохранение карточки в виде текстового документа.



## Список литературы:

1. Коженков И. Разработка алгоритма нечёткого поиска в распознанном тексте. URL: <https://www.azoft.ru/blog/razrabotka-algoritma-nechyotkogo-poiska-v-raspoznannom-tekste> (Дата обращения 28.04.2023).
2. Norvig P. How to Write a Spelling Corrector. URL: <https://norvig.com/spell-correct.html> (Accessed 28.04.2023).

УДК 681.628.44

**РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОКРАСКИ ИЗДЕЛИЙ**

Григорьев А.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»  
agr.00@mail.ru

Научный руководитель: Мурашов М.В., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Автоматизированная покраска изделий позволяет получить неизменный уровень качества покрытия и большую стабильность результатов по сравнению с ручным окрашиванием. Однако установки для автоматической окраски применяются только при массовом и крупносерийном производстве, поскольку для изготовления мелких партий продукции использование дорогостоящих покрасочных линий нецелесообразно. Данная работа посвящена разработке методов окрашивания для мелкосерийного и единичного производства.

Цель работы - разработка аппаратной платформы для установки настольного формата, позволяющей наносить лакокрасочное покрытие на малогабаритные изделия. Использование настольных станков позволит повысить производительность труда в таких задачах как: окраска торцов бумажных карт, производство ёлочных игрушек, макетирование, исследовательская деятельность и проч. Стоимость промышленного оборудования для автоматизации процесса покраски зачастую слишком велика, чтобы данная технология была применима в случаях мелкосерийного производства. Малогабаритные настольные станки могут сделать оправданным использование автоматизированной окраски для большой номенклатуры изделий при мелкосерийном и единичном производстве.

Позиционирование инструмента и заготовки осуществляется по двум осям – линейной и поворотной. Поворотный столик служит основой для закрепления оснастки с заготовками и приводится в действие шаговым двигателем с помощью ременной передачи.

В качестве основы для определения требований к конструкции установки была поставлена задача работы с типографской продукцией. Для возможности закрепления стопок изделий предусматривается фиксирующий зажим, способный вращаться синхронно с поворотным столом и удерживать заготовки в сжатом состоянии. Линейная ось расположена параллельно оси вращения заготовки, таким образом, распылитель располагается перпендикулярно к окрашиваемой поверхности. Каретка с распылителем перемещается на цилиндрических направляющих валах с помощью линейных подшипников. В движение линейная ось приводится также с помощью шагового двигателя с ременной передачей[1].

Конструкция установки представляет собой закрытую покрасочную камеру. Внутри камеры заготовки размещаются на оснастке, закреплённой на поворотной

платформе. Верх заготовки фиксируется с помощью штока устройства прижима, позволяющего регулировать сжатие стопки заготовок[2]. Столик, заготовки и устройство прижима вращаются как единое целое и приводятся в движение шаговым двигателем. На оси столика расположен ведомый шкив, замена которого позволяет подбирать передаточное отношение и регулировать максимальную скорость вращения в зависимости от габаритов заготовок.

Питание шагового двигателя осуществляется с помощью драйвера, получающего шаговые импульсы с платы управления. Аналогичным образом приводится в движение линейная ось. Каретка линейной оси перемещается с помощью линейных подшипников по двум направляющим валам и приводится в движение шаговым двигателем с помощью ременной передачи. Регулировка натяжения ремней производится путём перемещения шаговых двигателей на подвижных кронштейнах. Распыление краски производится с помощью аэрографа, расположенного на каретке. Клапаны подачи воздуха и краски управляются мини-сервоприводами, что позволяет точно регулировать плотность смеси.

В ходе дальнейшей работы будет проводиться разработка технологии покраски изделий различной формы и материала, определяться оптимальные технологические параметры процесса нанесения лакокрасочных покрытий. После определения перечня необходимых функций будет создаваться программная часть системы управления, реализующая удобную настройку параметров и автоматизированную работу устройства в заданных режимах.

Результаты данной работы могут быть использованы для проведения исследований по определению свойств лакокрасочных покрытий, их применения для различных материалов и отработки технологии покраски.

#### Список литературы

1. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: учебное пособие для студентов технических специальностей вузов. 9-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский центр «Академия», 2006. 493 с.
2. Коэффициент трения бумаги. // Целлюлозно-бумажное производство. URL: <http://laznya.ru/koefficient-treniya-bumagi.html> (Дата обращения 12.04.2023).

#### УДК 004.415.2.031.43

### **РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «УМНЫЙ БРЕЛОК» ДЛЯ ЛЮДЕЙ С НАРУШЕНИЕМ СЛУХА**

Игнаткина М.П., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр

В современном мире нет человека, который бы не сталкивался с новыми разработками, связанными с «умными» технологиями. В работе рассматривается проблема поиска вещей, забытых и (или) утерянных в пространстве между рабочим столом и стеной, или в глубине шкафа, или на территории садового участка. Для того, чтобы решить эти проблемы были придуманы «умные брелки». Это устройства, которые предотвращают потерю важных вещей и базируются на технологии Bluetooth Low Energy (BLE). Умные брелки прикрепляются к легко теряемым предметам, например к ключам от машины или кошельку, и могут «привязать» их местоположение через специальное приложение, что помогает найти их в случае потери.

При проектировании умного брелока возникла необходимость добавить функцию вибрации, чтобы пользоваться устройством могли не только физически здоровые люди, но

и лица с ограниченными возможностями здоровья, например, инвалиды по слуху. В разработанном устройстве встроен датчик вибрации, и благодаря такому нововведению люди с ограниченным восприятием звука способны самостоятельно находить потерянные вещи с использованием смартфона [1].

Умные брелоки, или Bluetooth-трекеры, существуют уже несколько лет. Первое упоминание об умном брелоке относится к 2014 году, когда данное устройство было создано американским стартапом Tile [2]. Преимуществами пользования умного брелка являются крайне низкое потребление энергии и наличие оповещения. Среди недостатков выделяется стоимость устройства и присутствие платной подписки для возможности пользоваться полным списком функций.

Благодаря технологии BLE умный брелок может поддерживать практически постоянную связь со смартфоном, что не особенно влияет на время автономной работы мобильного устройства или на его батарею вследствие того, что во время обмена действительно низкое энергопотребление. Поскольку современные устройства слежения поддерживают постоянную связь со смартфоном, при наличии соответствующего программного обеспечения от поставщика умного брелока мобильный телефон может легко подать звуковой сигнал, когда человек отделён от умного брелока и потерянного предмета, к которому он подключён [3].

Разработанная автором система «умный брелок» работает на плате микроконтроллера Seeeduno XIAO. Это платформа для прототипирования микроэлектронных устройств, предназначенная для использования с макетной платой. К данной платформе подсоединён повышающий преобразователь, работающий на одной литиевой батарее CR2032. Также используется Bluetooth-модуль HC-05, подключённый к Seeeduno XIAO. С помощью данного модуля мобильное устройство с программным приложением «Finder device tracker» отслеживает потерянные предметы. Программирование ведётся на языке C++ в среде разработки Arduino IDE.

При отключении Bluetooth включается функция GPS, которая является глобальной позиционирующей системой. Пользователь включает Bluetooth на смартфоне, к нему подключается умный брелок. Затем пользователь прикрепляет умный брелок на определённую вещь. До начала работы умного брелока пользователю следует необходимо установить специальную программу «Finder device tracker». В случае, если пользователь потеряет предмет, он может воспользоваться данным приложением, выбрав опцию HC-05. Возникают две функции: первая функция – радар, который вычисляет расстояние до предмета в метрах, и вторая функция – локатор (карта), виртуально и в режиме реального времени показывающий местоположение потерянного предмета. Кроме того, приложение отправляет уведомление, если устройство потеряно.

Осуществлена работа по реализации спроектированных алгоритмов работы программного обеспечения для эффективного управления системой умного брелока и проверена базовая функциональность путём ручного тестирования. Полученное программное обеспечение разработано с применением структурного подхода и имеет хорошо структурированный и открытый код, что позволяет осуществлять доработку системы и расширять существующий функционал.

#### Список литературы

1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 336 с.: ил.
2. Сайт, посвящённый принципу работы Bluetooth-трекера Tile. URL: <https://www.tile.com/how-it-works> (Дата обращения 14.04.2023)

3. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino: 4-е изд., перераб. и доп. СПб.: БХВ-Петербург, 2021. 560 с.: ил.

#### УДК 62-4

### ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ПЯТЕН КОНТАКТА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА

Паротькина М.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

parotkinama@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Мурашов М.В. д.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

В данной работе на основе пространственной конечно-элементной модели выявлено существенное влияние расположения пятен контакта на тепловую контактную проводимость. Показано, что даже небольшие пятна фактического контакта значительно влияют на тепловую контактную проводимость. Полученные результаты заставляют пересмотреть современные модели термомеханического контакта.

При проектировании конструкций точного машиностроения и приборостроения встаёт вопрос об учёте влияния теплообмена между деталями. Шероховатые тела в силу неровности рельефа поверхности контактируют не всей номинальной поверхностью, а лишь малой её долей. С увеличением прижимающего детали давления зоны фактического контакта, называемые пятнами контакта увеличиваются в силу деформации поверхности. Конфигурация пятен зависит от профиля поверхности, номинального давления и свойств материала. Исторически тепловые модели для шероховатых контактов используют величину площади фактического контакта, как основную исходную величину для вычисления тепловой контактной проводимости  $\alpha$ . Обычно предполагается, что последняя линейно зависит от площади фактического контакта при произвольном расположении выступов.

Для изучения зависимости тепловой контактной проводимости  $\alpha$  от площади контакта и от расположения пятен контакта проведены два вычислительных эксперимента. В первом эксперименте рассматривается зависимость  $\alpha$  от расположения пятен контакта. Во втором при наличии большого центрального пятна изучается влияние на тепловую контактную проводимость появления другого малого пятна на некотором расстоянии от большого.

Выявлена зависимость тепловой контактной проводимости  $\alpha$  от взаимного расположения пятен контакта, на основе результатов первого эксперимента. Важно, что в процессе эксперимента фактическая площадь контакта остаётся постоянной, и по современным моделям термомеханического контакта  $\alpha$  также должна была бы быть постоянной. Однако, при одинаковой площади контакта, в зависимости от расположения пятна контакта разница между значениями тепловой контактной проводимости может достигать 32%. Важно также обратить внимание на то, что тепловая контактная проводимость принимает максимальное значение, когда пятно контакта смещено в край на определенное расстояние. Это объясняется формой представительного элемента.

Если взять такие точки, в которых суммарная площадь двух контактов в первом эксперименте равна площади контакта одного пятна во втором, то разность значений  $\alpha$  может составлять до 20%. Также можно сделать вывод, что при добавлении малого пятна контакта, составляющего 4% площади фактического контакта, тепловую контактную

проводимость можно увеличить на 10%, что в 2,5 раза превышает долю добавленной площади фактического контакта.

Определено, что тепловая контактная проводимость зависит от конфигурации пятен фактического контакта и их расположения друг относительно друга при неизменной площади фактического контакта. Это приводит в том числе к возможности заметно нелинейной зависимости тепловой контактной проводимости от площади фактического контакта, а, следовательно, и от номинального давления. Результаты работы представляют интерес для исследователей, создающих модели шероховатых контактов, и разработчиков конструкций точного машиностроения и приборостроения.

#### Список литературы

1. Golubtsova E.S., Murashov M.V. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Singapore. 2022. 199-207 p.

**УДК 65.011.56, 004.932.2**

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УЧЕТА СУХОГРУЗНЫХ МОРСКИХ КОНТЕЙНЕРОВ В ЛОГИСТИЧЕСКОМ ЦЕНТРЕ**

Соколов П.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»  
sokolovpv@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Жаргалова А.Д., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

За последнее десятилетие применение беспилотных летательных аппаратов получило широкое распространение в различных отраслях промышленности и логистики. Применение БПЛА позволяет автоматизировать производственные и логистические процессы [1], что приводит к значительному повышению эффективности и снижает риск для жизни сотрудников предприятий [2].

Объектом автоматизации в данной работе является транспортно-логистический центр «ФРЕЙТ ВИЛЛАДЖ ВОРСИНО» с общей площадью контейнерного терминала 39 га. В логистическом центре преимущественно расположены сухогрузные морские контейнеры, на каждом из которых расположен шестизначный регистрационный номер. В работе была проанализирована текущая система учета сухогрузных морских контейнеров. В результате были выявлены следующие недостатки: все данные регистрационных номеров сухогрузных морских контейнеров вводятся вручную, что увеличивает вероятность человеческого фактора в идентификации регистрационных номеров и, как следствие, происходит ввод неточных данных. Также существует риск для жизни сотрудников при обходе контейнеров в терминале. Обход и занесение данных занимает продолжительное время.

В данной работе задача автоматизации процесса учета сухогрузных морских контейнеров решается путем разработки системы, элементами которой являются беспилотный летательный аппарат и программное обеспечение с машинным зрением. БПЛА осуществляет облет группы контейнеров и собирает фото/видео материал, который обрабатывается с помощью программы. На основе полученных данных были сформулированы требования, предъявляемые к разрабатываемому беспилотному летательному аппарату и программному обеспечению для создания базы данных номеров контейнеров.

Процесс проектирования беспилотного летательного аппарата представлял собой создание архитектуры системы БПЛА, которая состоит из следующих компонентов: полетный контроллер, электронный регулятор скорости, приемник сигнала управления, видеопередатчик, электромоторы, антенны приемника и передатчика, курсовая камера. Проектирование рамы состояло из определения геометрических параметров рамы, выбора материала и расчета прочности конструкции в программном комплексе ANSYS. Для аппарата были выбраны бесколлекторные электромоторы с входным напряжением, позволяющим подключать литий-полимерный аккумулятор. Полетный контроллер БПЛА был подобран с поддержкой протокола передачи данных UART с встроенным инерциальным измерительным блоком с акселерометром, гироскопом и температурным датчиком. Процессор полетного контроллера - STM32F722 с частотой 216 МГц. Был выбран электронный регулятор скорости, поддерживающий номинальное напряжение 15 В. В данном проекте была выбрана видеосистема с частотой передачи 5,8 ГГц, поддерживающая непрерывную передачу видео с разрешением 1280 x 720. Для управления была выбрана система, работающая на частоте 868 МГц с мощностью передачи сигнала 500 мВт. Данное решение обеспечивает дальность полета беспилотного летательного аппарата от 1 до 3 км. В БПЛА используется литий-полимерный аккумулятор с емкостью 2000 мАч. Настройка БПЛА с помощью программного комплекса Betaflight включала в себя настройку каналов управления БПЛА, настройку протокола передачи между полетным контроллером и электронным регулятором скорости, а также настройку PID контура. Собранный фото/видео материал обрабатывается с помощью программы с машинным зрением. Был разработан алгоритм программы на языке Python, который состоит из операции поиска контура контейнера на изображении. Происходит бинаризация изображения, выполняется размытие по Гауссу. Изображение разбивается на пороги по интенсивности цвета – выделяются контуры контейнера. Далее идет определение положения текста. Регистрационный номер на контейнере может быть расположен вертикально или горизонтально [3]. Для выяснения положения текста применяется операция контурирования. В заключении происходит считывание текста на изображении с помощью Tesseract OCR и сравнение считанного текста с заранее заданным регулярным выражением «6 целых чисел». В результате создается база данных с регистрационными номерами сухогрузных морских контейнеров.

В результате работы над данным проектом была разработана автоматизированная система учета сухогрузных морских контейнеров. Данное решение будет использовано на территории логистического центра «ФРЕЙТ ВИЛЛАДЖ ВОРСИНО».

#### Список литературы

1. Гаврюшин С.С., Евгеньев Г.Б., Хоботов Е.Н. Основы автоматизации технологических процессов и производств. В 2 т. Т. 2. / под ред. Г.Б. Евгеньева. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. 480 с.
2. Maghazei O., Netland T. Drones in manufacturing: exploring opportunities for research and practice. // J Manuf Technol Manag. 2019. DOI: 10.1109/ICUAS.2018.8453291.
3. OpenCV OCR and text recognition with Tesseract. URL: <https://pyimagesearch.com/2018/09/17/opencv-ocr-and-text-recognition-with-tesseract> (Accessed 10.04.23)

## РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ»

### СЕКЦИЯ «ИСТОРИЯ»

#### УДК 62

#### **ВНЕДРЕНИЕ ГИПЕРБОЛОИДНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В.Г. ШУХОВА В СТРАНАХ МИРА**

Грязюк А.Е., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»  
vi-alice@mail.ru

Недорезова К.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»  
nedorezovakd@yandex.ru

Научный руководитель: Отрокова О.Ю., к.и.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Владимир Григорьевич Шухов, гениальный русский инженер, остается непревзойденным архитектором гиперboloидных конструкций по сей день, модели его башен стали востребованным трендом мировой архитектуры.

Еще во время обучения в Императорском Московском Техническом училище Владимир Григорьевич на лекциях по аналитической геометрии заинтересовался гиперboloидами. Но профессора объясняли возможности теоретически, а их студент воплотил идеи в жизнь. Башня, спроектированная Шуховым и представленная на Нижегородской выставке 1896 года была конструкцией, рожденной математической формулой. Это была поразительная архитектура! Выполненная из прямолинейных прокатных профилей, перехваченных десятью горизонтальными кольцами по вертикали, башня имела сложную сетчатую поверхность двойкой кривизны. Это поражало – из прямых элементов такая неевклидова геометрия! Впечатлительный писатель А. Толстой назвал свой фантастический роман «Гиперboloид инженера Гарина». Ажурная металлическая башня несла нагрузку, намного превосходящую собственный вес. На башне высотой 40 метров располагался резервуар с водой весом 123 тонны. По полученному Владимиром Григорьевичем патенту было за 10-15 лет построено около 200 гиперboloических сооружений разного назначения, например, водонапорные башни в Коломне и Ефремове (1902), Николаеве (1906–1907), Харькове (1912), Прилуках (1914) и Воронеже (1915). А также строились маяки, опоры для линий электропередач, опоры для резервуаров с нефтепродуктами, дробилейные вышки, радиобашня на Шаболовке [1]. Относительно последней в 2006 году 160 участников Международной конференции «Heritage at Risk. Сохранение архитектуры XX века и Всемирное наследие» из 30 стран мира в своей декларации призвали включить этот «шедевр русского авангарда» в список Всемирного наследия ЮНЕСКО.

Идеи В.Г. Шухова стали настоящей революцией в архитектуре и со временем, в XX-XXI вв. нашли применение во многих странах мира. Японцы одними из первых оценили перспективность изобретений великого русского инженера и стали использовать сетчатые оболочки и несущие конструкции на их основе в современной архитектуре. В 1963 г. в порту Кобэ начинает строиться гиперboloидная сетчатая башня, которая по своей конструкции полностью соответствует водонапорной башне В. Г. Шухова, сооруженной

---

Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвященная 170-летию В.Г. Шухова

для выставки 1896 г. в Нижнем Новгороде. Представляя собой однополостной гиперboloид вращения, японская башня дополнена центральным ядром, позволяющим увеличить устойчивость постройки. То есть Nikken Sekkei создает проект по образу и подобию того сооружения, которое оценивается их специалистами как самое перспективное достижение мировой инженерной мысли. Для японцев стремление воссоздать то, что считается образцовым — это путь к вершине мастерства. В данном случае путь был проложен через освоение конструкции Шуховской башни. Башня порта Кобэ, высотой 108 м, стала символом этого города [2].

Архитекторы хай-тека, англичане Ричард Фуллер и Норман Фостер — окончательно внедрили сетчатые оболочки в современную практику строительства, а в XXI веке оболочки стали одним из главных средств формообразования авангардных зданий. Норман Фостер поставил в Лондоне «огурец» высотой в 180 метров — 40-этажный небоскреб-башню Сент-Мэри Экс (2004), конструкция которого выполнена в виде сетчатой оболочки с центральным опорным основанием: Фостер не скрывал, что решение им взято у Шухова.

Главными причинами использования сетчатых оболочек Шухова в архитектуре новейшего времени является повышение сейсмостойкости зданий и возможность получения новых, более сложных форм перекрытий. Ярким примером такого подхода является китайская Телебашня в г. Гуанчжоу - вторая по высоте телебашня в мире. Она построена в 2005—2009 годах компанией ARUP к Азиатским играм 2010 года. Высота телебашни составляет 600 метров. До высоты 450 метров башня возведена в виде комбинации гиперboloидной несущей сетчатой оболочки и центрального ядра. Гиперboloидная конструкция сетчатой оболочки телебашни Гуанчжоу соответствует патенту 1899 года русского инженера В. Г. Шухова. В Китае гиперboloидные башни Шухова стали настоящими иконами архитектуры и инженерного искусства.

Гениальность гиперboloидных башен Шухова заключается в их уникальной конструкции, которая объединяет красоту и функциональность, прочность и эстетику. «Меня поймут не скоро, но поймут», - говорил Владимир Григорьевич сыну [3]. Его слова оказались пророческими.

#### Список литературы

1. Сулова О.Ю. Душкевич К.Н. Выдержат ли конструкции Шухова В.Г. новейший вид нагрузок? // Архитектура и строительство России. 2011. № 4. С. 22-27.
2. Коновалова Н. А. Развитие идей В.Г. Шухова в современной архитектуре Японии // Современная архитектура мира. 2019. № 2(13). С. 165-175.
3. Шухова Е.М. Владимир Григорьевич Шухов. Первый инженер России. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 368 с.

#### УДК 94(47).084.8

### ИЗ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ФОРТИФИКАЦИИ: ТАНКОВЫЕ ОГНЕВЫЕ ТОЧКИ ВО ВРЕМЯ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

Коробков Н.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

gracekk1@mail.ru

Научный руководитель: Щербакова О.М., к.и.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Фортификация в своем развитии непрерывно следовала за достижениями науки в области развития вооружения и военной техники. После Первой Мировой войны система

---

Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвященная 170-летию В.Г. Шухова



прикрытия границ крепостями была признана неэффективной, в результате чего им на смену пришли укрепрайоны (УРы). Началом постройки УР в СССР следует считать приказ Реввоенсовета от 19 марта 1928 года. Сразу после этого было начато строительство 15 укрепрайонов на западной границе и 8-на восточной [1].

Цель моего исследования-рассмотреть бронированные огневые точки как одну из разновидностей вооружения укрепрайонов, их достоинства и недостатки, эффективность, проанализировать, почему они не сыграли решающей роли в 1941 году, а также их развитие и применение в ходе Великой Отечественной войны.

Прежде всего, причину появления башен танков в качестве средства фортификации следует искать в весьма сжатых сроках проектирования долговременных фортификационных сооружений (ДФС) и дефиците броневой стали в предвоенное время. Такое сооружение по сравнению с обычным ДФС имели ряд преимуществ, такие как круговой обстрел, а также возможность использовать штатное танковое орудие и снаряды вместо разработки новых. Вместе с тем, в первых сооружениях недостатком была броня самой башни в 10-15 мм, которая не могла выдержать прямое попадание снаряда [2].

Первое упоминание бронированных огневых точек (БОТ) на укрепрайонах датируется 1934 годом. В 1936 году на Мозырском УР конструкцию с башней Т-26 успешно испытали, и в 1938 году типовой проект башен был принят на вооружение.

В середине 1930-х пришло время списывать первые отечественные танки МС-1. Утилизировать весь парк было долго и дорого. В связи с этим приняли решение поставить их на укрепрайоны. Доставляться туда они должны были на своей ходовой. Первые 160 МС-1 поставили на Карельском укрепленном районе в 1936 году.

К началу Великой Отечественной войны “Линию Молотова”, которую начали строить в 1939 г. после присоединения Прибалтики, так и не успели достроить, а остальные укрепрайоны были существенно ослаблены нехваткой артиллерийского вооружения, вывезенного на новый оборонительный район. Кроме того, наиболее опытные части по эксплуатации укрепрайонов были также переведены в Прибалтику, а на их место поставлены недавно сформированные. К тому же, с части укреплений в целях консервации вооружение было снято и отправлено на склады. Именно совокупность этих факторов помогла Вермахту преодолеть большинство линий обороны в первые дни войны за несколько часов. Тем не менее, на отдельных участках немецкое наступление встречалось с ожесточенным сопротивлением. Так, уже 23 июня 1941 года экипаж огневой точки в составе сержанта Гвоздева и рядового Лупова из БОТ с 45-мм орудием смог подбить 3 немецких танка, БТР, несколько автомобилей и рассеять до роты пехоты, чем на день остановил продвижение противника.

С началом войны стали также появляться подбитые и брошенные танки. Их стали вкапывать для прикрытия отступающих войск. Так, уже к осени 1941 года огневые точки на базе танков переместились из долговременной обороны в полевую. Такие танки вкапывали в первой линии окопов, снимая с них двигатель и элементы ходовой для последующего использования. Если же вооружение было повреждено или по каким-то причинам отсутствовало, башни делали наблюдательными. Для этого отверстие под установку орудия заваривалось броневым листом с амбразурой. [2, с. 8-10]. Были варианты использования трофейных башен, но от этого отказались в силу отсутствия достаточного боекомплекта под штатное орудие ввиду разницы калибров и необходимости переделки башен под отечественное вооружение силами полевых мастерских, что было весьма трудоемко.

В РККА бронированные огневые точки перестали массово использоваться к 1944 году. Связано это было с успешными наступлениями Красной Армии.

Наиболее массово и долго танковые огневые точки применялись на Ленинградском фронте. Связано это было прежде всего с невозможностью дальнейшего производства серийных казематных артустановок. Всего за годы войны на Карельском укрепрайоне и в самом городе установили более 300 БОТов. Обычно при установке с башен снимали все люки для использования в ремонтном фонде. Но бывали и более экзотичные переделки. Так, на 22-м УР стояла башня среднего танка Т-28, у которой из-за отсутствия прицела заменили родную 76-мм пушку на 45-мм [3].

В заключение хотелось бы отметить, что боевой опыт и совершенствование бронированных огневых точек в военное время оказали значительное влияние на послевоенные разработки по этой теме и внедрение танковых огневых точек в систему обороны границ.

#### Список литературы:

1. Заговеньев В.Н. Фортификационные сооружения с танковыми башнями. // Техника и вооружение. Вчера, сегодня, завтра. 2013. № 6. URL: <https://war20.ru/article/fortifikatsionnye-sooruzheniya-s-tankovymi-bashnyami/> (Дата обращения 10.04.2023)
2. Галкин Я. Использование танковых башен для фортификационного оборудования рубежей. // Военно-Инженерный журнал. 1944г. № 5-8. С. 8-10. URL: <http://karonir.aroundspb.ru/lib/03/03.php> (Дата обращения 10.04.2023)
3. Память народа. URL: <https://pamyat-naroda.ru> (Дата обращения 10.04.2023)

#### УДК 94(47).084.8

#### НАРКОМАТ БОЕПРИПАСОВ В 1941-1945 гг.

Кучеров Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»

[ku4eroff.egor2017@yandex.ru](mailto:ku4eroff.egor2017@yandex.ru)

Научный руководитель: Щербакова О.М., к.и.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Начало Великой Отечественной войны, стремительное фашистское наступление поставило перед руководством СССР ряд первоочередных задач, к выполнению которых следовало приступить незамедлительно. Армия ощущала огромную нехватку снарядов, патронов, бомб, мин, торпед, ракет. Объяснялось это, прежде всего тем, что на захваченной врагом территории осталось более 200 складов с горючим, вооружением и боеприпасами. А также тем, что уже в первые недели войны началась эвакуация предприятий НКБ, многие из которых еще не приступили к полноценному производству вооружений [1]. Уже 23 июня 1941 г. Совнарком СССР и ЦК ВКП(б) приняли постановление «О вводе в действие мобилизационного плана по боеприпасам». Однако в декабре 1941 г. план выполнялся лишь на 50-60%. В целях изменения сложившейся ситуации Решением Политбюро ЦК ВКП (б) 16 февраля 1942 г. главой Наркома боеприпасов был назначен Борис Львович Ванников. Получив в 1926 г. диплом Московского высшего технического училища, он стремительно поднялся по карьерной лестнице, связав свои профессиональные интересы с оборонной промышленностью, проявил себя как знающий, умеющий принимать верные решения специалист. Однако в июне 1941 г. был арестован, обвинен в шпионаже. В начале войны по приказу И.В. Сталина был освобожден и приступил к работе.

Ему был доверен один из наиболее тяжелых участков ОПК. Следует понимать меру ответственности народных комиссаров СССР в тот суровый период. 1 июля 1941 г. вышло Постановление СНК СССР, были значительно расширены права наркомов. Они стали самостоятельно распоряжаться финансами, регулировать фонд заработной платы, распределять и перераспределять материальные ресурсы между предприятиями, средства на капитальное строительство. Война заставила пересмотреть мирные установки на сроки выполнения заданий, нормы выработки, представления не только о пределе производственных мощностей, но и о пределе человеческих сил. Теперь на заводах и фабриках каждый трудился за троих. С первого дня своего пребывания в должности Б.Л. Ванников постоянно занимался наращиванием мощностей по выпуску боеприпасов. Он укреплял дисциплину, наказывал тех, кто срывал выполнение планов. Но к жестким мерам прибегал редко. Нарком приспособлял производство к условиям военного времени и всегда мыслил нестандартно. Так он распорядился организовать производство боеприпасов в ремонтных мастерских, в артелях промкооперации, где трудились домохозяйки, школьники, пенсионеры. Подчеркнем, что фронтовики не высказывали нареканий по поводу этой продукции. Нехватка боеприпасов обуславливалась дефицитом тротила. Ванников организовал экспериментальные группы, благодаря которым появился гексоген. Благодаря Ванникову наладили изготовление кумулятивных снарядов и бомб. Нарком содействовал изготовлению роторных линий для выпуска стрелковых пушечных патронов, что многократно раз увеличило их выпуск, позволив направить на другие участки десятки освободившихся рабочих.

Руководитель НКБ сумел объединить налаженные технологии, средства контроля, коллективы предприятий для решения важнейших, насущных задач [2]. И уже в июле 1942 г. предприятия наркомата произвели продукции в 1,7 раза больше, чем в июле 1941 года. г. Б. Л. Ванников постоянно занимался наращиванием мощностей по выпуску боеприпасов. Цифры говорят сами за себя. Красная армия получила более чем 10 млн. боеприпасов. Максимум военного производства СССР добился в 1944 году, когда удельный вес в валовой продукции достиг 51,4%. После чего страна стала разворачиваться в сторону перехода к изготовлению мирной продукции [3].

Б. Л. Ванников был выдающимся руководителем. Он многого добился на посту наркома боеприпасов и превратил отрасль в бесперебойно работающий промышленный организм. Он подчеркивал, что в противостоянии с врагом, СССР наряду с военной одержала также и экономическую победу. Он видел в этом закономерный результат развития советского государства в 1930-ые годы. Коммунист Б.Л. Ванников был твердо убежден в том, что советское оружие по своей мощи превзошло военную технику противника и это является лучшим свидетельством превосходства социалистического общества над капиталистическим, как в социально- политической и экономической областях, так и в развитии военной техники.

#### Список литературы

1. Доклад наркома боеприпасов СССР И.П. Сергеева секретарю ЦК ВКП(б) И.В. Сталину о работе наркомата за 1939-1940 гг. – 20 марта 1941 г. URL: <https://istmat.org/node/58557> (Дата обращения 08.04.2023).
2. Куманев Г.А. Говорят сталинские наркомы. Смоленск: Русич, 2005. 632 с.
3. Щербакова О.М. Выпускник МГТУ Борис Львович Ванников в годы Великой Отечественной войны (1941-1945) // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2020. №5-4 (44). С.62-67. DOI 10.24411/2500-1000-2020-10551.

УДК 94(470)

## СОВЕТСКАЯ ПРОПАГАНДА В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

Лахтионов В.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

vlad.lakhtion@gmail.com

Научный руководитель: Суздалева Т.Р., к.и.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В статье анализируются особенности советской пропаганды по созданию образа врага у населения Советского Союза в годы Великой Отечественной войны. Показан один из аспектов пропагандистского противостояния в период Великой Отечественной войны между фашистскими оккупантами и советским народом.

Большинство советских граждан были уверены в том, что немецкий трудящийся не поднимет оружие на советского человека и поэтому отказывались признавать реальную ситуацию на фронте из-за по-прежнему используемого лозунга «пролетарии всех стран, соединяйтесь!». И только в конце 1941 г. лозунг сменился на «смерть немецким оккупантам!».

Основной слабостью в сфере советской пропаганды было отсутствие подготовленных кадров, недостаточная их грамотность. О текущих задачах тыла говорилось мало, хотя советское руководство требовало уделять этому аспекту больше времени, считая его одним из приоритетных направлений агитации в тылу. Стали планировать и проводить общие собрания на предприятиях, лекции и беседы на экономические темы, заниматься активнее агитацией, развешивать лозунги. В ряде оккупированных регионов страны в целях усиления режима экономии и для убеждения в этом в первую очередь трудящихся стали массово печатать и распространять листовки.

Освобождение оккупированных территорий в ходе контрнаступления советских войск под Москвой позволило создать и широко использовать в пропаганде большой массив документов, фиксировавших разрушения и жертвы как визуальное подтверждение образа врага, его бесчеловечной деятельности. Также важной частью стала апелляция к рассказам жителей оккупированных районов. При этом использовались устные свидетельства лиц, не способных на вооруженную борьбу – стариков, женщин и детей. Спустя некоторое время воспитание ненависти оттачивается до лозунга «убей немца!». Окончательно стирается грань между понятиями «немец» и «фашист» в массовом сознании людей.

У партизан на оккупированной территории довольно хорошо получалось настраивать священников на сотрудничество: им удавалось распространять пропаганду немецкому тылу. Важной частью работы партизан было объяснение населению, что партизан не может ни при каком условии сдаваться в плен. Он должен либо победить, либо умереть. Также проводились лекции среди самих партизан, но основной упор делался на устные беседы [1]. Много внимания уделялось зачитыванию приказов Сталина на оккупированных территориях среди советских граждан [2].

Постепенно пропаганда уходит от образа советского солдата–мученика, который трагически погибает во имя Родины. Все больше в отечественной литературе появляется фигура человека, который героически противостоит врагу. На этом этапе в моральном противоборстве наступает коренной перелом в пользу Советского Союза, во многом обусловленный победой в Сталинградской битве.

В ходе освобождения Европы от оккупации пропаганда сменила вектор. Теперь образ нацистской Германии стал изображаться как враг и поработитель стран Европы. Тем не менее во время «парада военнопленных» в Москве 19 июля 1944 г., когда по

центральным улицам провели несколько тысяч пленных немецких военнослужащих «ни камня» не полетело в сторону врагов.

После вступления советских войск на территорию Германии в пропаганде произошли изменения. В газетах все больше пытались убедить армию и народ, что обычный немецкий трудящийся не виновен в преступлениях немецкой армии. Задолго до вступления на территорию Германии в руководстве Советского Союза обсуждался вопрос о недопустимости «превращения священной ненависти к врагу в слепую месть по отношению ко всему немецкому народу». 6 ноября 1944 г. И. В. Сталин отмечал, что «советские люди ненавидят немецких захватчиков не потому, что они люди чужой нации, а потому, что они принесли нашему народу и всем свободолюбивым народам неисчислимые бедствия и страдания» [3].

В целом следует признать, что устная пропаганда способствовала боеспособности советских солдат, усиливая их дух и сопротивление оккупационному режиму. Опыт советской пропаганды в годы Великой Отечественной войны представляет интерес для изучения с точки зрения методов, форм и выработки новых перспектив взаимодействия государственного аппарата, СМИ и культуры в информационной сфере современного российского общества.

#### Список литературы

1. Васильев Ф.В., Суздалева Т.Р. Партизанское движение в годы Великой Отечественной войны. // Этносоциум и межнациональная культура. 2022. Т. 8. № 3 (37). С. 10-18.
2. Антонцева В.А., Цветков А.В. Устная советская пропаганда в годы Великой Отечественной войны. // Вестник Омского университета. Серия «Исторические науки». 2021. Т. 8. № 1 (29). С. 8–15.
3. Кисилева Т.В., Улизко П.В. Эволюция образа врага в советской пропаганде в годы Великой Отечественной войны. // Военный академический журнал. 2021. С. 110–118.

#### УДК 62

### **ВЛАДИМИР ГРИГОРЬЕВИЧ ШУХОВ – СТУДЕНТ ИМПЕРАТОРСКОГО МОСКОВСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УЧИЛИЩА: СТАНОВЛЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОГО ГЕНИЯ**

Харченко Р.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Rostislavh.1018@yandex.ru

Научный руководитель: Отрокова О.Ю., к.и.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

28 августа 2023 исполняется 170 лет известному русскому инженеру, архитектору, изобретателю, ученому, уроженцу бывшего Белгородского уезда Курской губернии Шухову В. Г., известному на весь мир автору проектов и техническому руководителю нефтеперерабатывающего завода с первыми установками для крекинга нефти, создателю нефтеналивного флота в России, первых в мире гиперплоидных конструкций. Так как же формировался характер, воля, и ум гениального инженера? Значительный вклад в формирование его личности внесло обучение в стенах Императорского Московского технического училища.

Окончив гимназию с отличием в 1871 году, Шухов, по совету отца, поступил на инженерно-механическое отделение Императорского Московского технического училища (ныне — Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана)

«казённокоштным студентом» (то есть на бюджет), выдержав серьёзный конкурс. ИМТУ в то время было передовым учебным заведением, в котором большое внимание уделялось математической подготовке и, при этом, студенты знакомились с практическим производством — обучались в мастерских: токарных (по дереву и металлу), слесарной, модельной, литейной, кузнечной и т. д. Данную практику пропагандировал В.К. Делла-Вос (директор ИМТУ до 1880г.). Доказав свою эффективность, данная практика была перенята многими техническими училищами России.

Математику в училище преподавал выдающийся математик Алексей Васильевич Летников, теоретическую механику — будущий «отец аэродинамики» Н. Е. Жуковский, а практическую механику — профессор Ф. Е. Орлов. Среди друзей и одноклассников Шухова был и будущий профессор Пётр Кондратьевич Худяков, вундеркинд, поступивший на подготовительные курсы ИМТУ, когда ему ещё не было одиннадцати, будущий основатель Московской школы конструкторов-машиностроителей.

В 1872 году в Москве проводилась Политехническая выставка в честь двухсотлетия Петра великого. Шухов с товарищами проводил много времени на данном мероприятии, проявляя особый интерес к Техническому и Архитектурному отделу. Интерес Шухова к архитектуре позже проявится в проектировке гиперболических конструкций мостов, крыш и возведении известной Шуховской телекоммуникационной башни.

В последний год обучения студент Шухов зарегистрировал своё первое изобретение — паровую форсунку («прибор, производящий разбрызгивание мазута в топках, используя упругость водяных паров»), более того даже сконструировал и испытал её прототип. Спустя 21 год, в 1897, форсунка украсила обложку книги Д. И. Менделеева «Основы фабрично-заводской промышленности», по его словам, форсунка Шухова в большой степени способствовала введению нефтяного отопления в России, а это, в свою очередь, привело к тому, что «прежде совершенно излишний и тяжелый балласт керосинового производства — нефтяные остатки — получил повсеместное распространение и доставил крупные выгоды государству как прекрасное и дешёвое топливо, содействовавшее сохранению остатков наших лесов и служащее главным источником процветания как нашего нефтяного дела, так и волжского пароходства. По окончании обучения Шухов внёс весьма значительный вклад в развитие нефтяной промышленности [1].

Разумеется, талантливый студент был замечен преподавателями, в частности, после окончания в 1876 году училища с отличием, без защиты диплома, Шухову было предложено место ассистента у Чебышёва, с которым Шухов поддерживал контакты (но от приглашения он тем не менее отказался). Затем в составе научной делегации Шухов был направлен для ознакомления с достижениями промышленности в США — на Всемирную выставку. Именно тогда, на Всемирной выставке Шухов познакомился с американским инженером русского происхождения Александром Вениаминовичем Бари. Он заведовал «металлическими работами» при строительстве павильонов готовящейся выставки (за что получил Гран-При и золотую медаль) и, как хороший знакомый Ф. Е. Орлова по Цюрихской политехнической школе, принимал российскую делегацию в Америке. Бари оказывал россиянам помощь в знакомстве со страной и выставкой, помогал в закупке оборудования, инструментов и образцов изделий для мастерских технического училища, показывал участникам делегации металлургические заводы Питсбурга, строительство железных дорог и все новинки американской техники.

Впоследствии А. В. Бари приехал в Петербург, чтобы передать Шухову руководство отделением фирмы в Баку, где на тот момент зарождалась нефтяная промышленность, и на этом поприще Шухов, разумеется, преуспел [2]. Впоследствии Шухов произвёл

множество разработок, открытий и реализаций своих проектов, за что получил всемирное признание и славу.

#### Список литературы

1. Шухова Е.М. Владимир Григорьевич Шухов. Первый инженер. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 368 с.
2. Ахмадова Х.Х., Ахмадова Л.Р., Идрисова Э.У. и др. Вклад инженера Шухова Владимира Григорьевича (1853–1939 гг.) в создание российского государства и укрепление России: монография. Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Евразийская научно-промышленная палата", 2019. 122 с.

#### УДК 094

#### ПОМОЩЬ СССР ИСПАНИИ В ГРАЖДАНСКОЙ ВОЙНЕ (1936 – 1939 гг.)

Шпичко А.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

a.shpichko1504@gmail.com

Научный руководитель: Суздалева Т.Р., к.и.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В XX веке одним из переломных событий была Вторая мировая война, прологом которой явилась гражданская война в Испании 1936-1939 гг. Эта война была вызвана внутренними причинами, в первую очередь связанными с «глубоким расколом общества в целом по поводу будущего Испании» [1]. Однако с самого начала противостояние республиканцев и франкистов перестало быть лишь внутренним конфликтом. Участниками этих событий стали многие государства мира, в том числе и СССР.

Позиция СССР по испанскому вопросу менялась в течение войны. Изначально Советский Союз придерживался политики невмешательства [2]. Одним из факторов, побудивших И.В. Сталина принять решение о помощи Испанской республике, явилось стремление Советского Союза показать свою силу и мощь, что должно было стать предупреждением, в первую очередь, для Германии. Другой причиной было желание повысить авторитет СССР, показав, что советские коммунисты протянут руку помощи испанским рабочим. Участие в испанском конфликте также давало возможность испытать новейшие образцы вооружений, выявить их сильные и слабые стороны.

Военная помощь СССР Испании включала, во-первых, военно-техническую помощь; во-вторых, деятельность военных советников из СССР; в-третьих, обучение кадров для Народной армии; в-четвёртых, борьбу советских добровольцев на фронтах Гражданской войны. Разберем каждый вид помощи отдельно.

Установлено, что практически по всем видам вооружений суммарные поставки Германии и Италии франкистам значительно превышали объемы военно-технической помощи со стороны Советского Союза.

Ещё одно направление в рамках военной помощи Советского Союза — деятельность военных советников в Испании. Важно отметить, что просьба об отправке советских экспертов прозвучала впервые именно с испанской стороны. Советское руководство, в свою очередь, чётко заявило, что недопустимо никакое вмешательство во внутренние дела республики и что советские эксперты будут выполнять исключительно роль советников. Специалисты перед отправкой в Испанию проходили отбор и дополнительное обучение. Всего за период 1936–1939 гг. было около 600 советников.

Что касается подготовки кадров для Народной армии, советские эксперты способствовали созданию сети военных школ, в которых прошли обучение около 20 тыс. испанцев. Кроме того, 3 тыс. республиканцев обучались в самом Советском Союзе. Наконец, большую помощь им оказали 772 лётчика, 351 танкист, 100 артиллеристов, 77 моряков, 166 связистов, 141 военный инженер и техник, а также 204 военных переводчика, находившиеся в Испании и осуществлявшие свою деятельность на добровольной основе [3].

Говоря об экономической и финансовой помощи, за период с 1936 до начала 1937 гг. СССР поставил 1 420 тыс. тонн товаров на сумму 216 388 тыс. рублей. Испанская республика закупала топливо, сырье, машины, оборудование и продукты питания.

СССР стремился оказывать Испанской республике моральную поддержку. Советские граждане писали в Испанию письма, предлагая усыновить детей, которых отправляли в СССР. В 1937- 1938 гг. в СССР прибыли около 3 тыс. испанских детей, большинству было от пяти до двенадцати лет. С детьми приезжали учителя и воспитатели. Создавались детские дома и школы, в которых «дети войны» могли обучаться на испанском языке. В 1939 г. после падения республики в Советский Союз уехали многие военачальники, а также писатели, журналисты, адвокаты, художники, скульпторы, архитекторы. Испанские преподаватели заложили основы школы преподавания испанского языка в СССР и т.д.

История взаимоотношений Испании и СССР в годы Гражданской войны 1936-1939 гг. достойна изучения поскольку она является важной вехой в истории сотрудничества Москвы и Мадрида, а также для их взаимоотношений в будущем.

#### Список литературы

1. Шубин А.В. Великая испанская революция. М.: Изд-во Либроком, 2012. 640 с.
2. Земцов Б.Н., Шубин А.В., Данилевский И.Н. История Россия. М.: Изд-во Издательский Дом «Инфра-м», 2022. 584 с.
3. Валовская А.К. Влияние советской помощи Испанской республике на ход и итоги гражданской войны в Испании. // Евразийское научное объединение. 2021. №3-6 (73). С. 484-487.



## СЕКЦИЯ «СОЦИОЛОГИЯ И КУЛЬТУРОЛОГИЯ»

УДК 316.453

### ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ СОЦИАЛИЗАЦИИ В ЦИФРОВУЮ ЭПОХУ

Кибатова Э.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

eliakibatova@yandex.ru

Научный руководитель: Оплетина Н.В., к.с.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

С приходом в жизнь Интернета социальная реальность во многом изменилась, так как появились новые инструменты влияния на все сферы жизни социума. Интернет синтезирует новые воздействия на процесс интеграции индивида в социальную систему, его вхождение в социальную среду, которые трактуют, как иные установки, нормы и ценности, и в конечном итоге, оказывает влияние на потребности, систему отношений, структуру смысловых координат современного человека. Как результат, общество в целом, и дети в частности, сталкиваются с перечнем ранее неизвестных проблем. Особо остро стоит вопрос о влиянии Интернета на социализацию именно молодого поколения.

Понятие «киберсоциализация» в России впервые было определено В.А. Плешаковым, который трактует данное явление как «процесс качественных изменений структуры самосознания личности и мотивационно-потребностной сферы» под влиянием инфокоммуникационных технологий [1]. Киберпространство играет одну из ключевых ролей в социализации личности, а также в формировании системы ценностей личности, т.к. задает особые социализационные треки: и тематической среды, в которую вливается пользователь, и социальные роли, которые пользователь выполняет в виртуальной среде, и социальные функции, которые возникают у пользователя в ходе пребывания в интернет-пространстве. [2]

Информационные технологии интегрируются в нашу когнитивную и социальную системы, определяя достройку человека. Для современных детей характерна «цифровая социальность», существование в смешанной реальности, как следствие возникновение следующих проблем:

- гиперподключенность к Интернету. (Существует множество примеров того, как человек оказывается социализированным в киберпространстве, но при этом ему присущи дезадаптивные паттерны за пределами интернет-среды, в реальной действительности);
- отсутствие дисциплины киберпедагогики. (Как и в любой социальной сфере в цифровой среде необходимо соблюдать нормы и правила, которые пользователям необходимо знать и соблюдать);
- изменение ценностных и поведенческих установок под влиянием открытого Интернет-пространства. (В отличие от традиционных агентов социализации (семья, школа и т.д.), которые придают социальному развитию человека целенаправленный и регулируемый характер, интернет вносит в процесс социализации черты стихийности. Общаясь в интернет-среде, молодые люди начинают усваивать ценности и нормы, принятые в сетевом сообществе с его размытыми правилами и границами, не имеющими прочной социокультурной базы и традиций).[3]

Однако помимо проблемных сторон, существуют позитивные стороны киберсоциализации. Так, данным ВЦИОМ на 2019 г. в социальных сетях респонденты в

возрасте 14-17 лет чаще всего встречали позитивный контент [4]. Цифровая социализация способствует онлайн образованию, возможности для создания и распространения креативного контента, реализации творческих проектов и выражению собственного мнения.

На фоне перехода от «аналоговой» к «цифровой» культуре, оформляется принципиально новая социальная среда в цифровом пространстве — киберсреда, которая диктует собственные правила и нормы коммуникации, предлагает ресурсы и возможности, частично или полностью отсутствовавшие в «аналоговом» мире. Причём киберсоциализация может иметь как положительные, так и отрицательные последствия для личностного развития и социального функционирования молодых пользователей.

#### Список литературы

1. Плешаков В.А. Слово Главного редактора: о киберсоциализации человека и ее организации на интернет-портале «Homo Cyberus» // Электронный научно-публицистический журнал «Homo Cyberus». 2016. № 1. С. 4—26. URL: [http://journal.homocyberus.ru/Pleshakov\\_VA\\_1\\_2016](http://journal.homocyberus.ru/Pleshakov_VA_1_2016) (Дата обращения 10.04.2023).
2. Лях С.П. Интернет как средство социализации подрастающего поколения. URL: <https://infourok.ru/internet-kak-sredstvo-socializacii-podrastayuschego-pokoleniya-1296323.html> (Дата обращения 12.04.2023).
3. Айсина Р.М., Нестерова А.А. Киберсоциализация молодежи в информационно-коммуникационном пространстве современного мира: эффекты и риски // CYBERPSY. 2020. URL: <https://cyberpsy.ru/articles/kibersocializaciya/> (Дата обращения 13.04.2023).
4. Подросток в социальной сети: норма жизни – или сигнал опасности // Всероссийский центр изучения общественного мнения. Официальный сайт. URL: <https://juliachemova.livejournal.com/5009.html> (Дата обращения 15.04.2023).

#### УДК 316.77

#### НЕТВОРКИНГ: СУЩНОСТЬ, ВИДЫ, ПРАВИЛА

Коробова Д.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социология и гуманитарные науки  
darakorobova324@gmail.com

Научный руководитель: Чернышева А.В., к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В современном мире нетворкинг – это один из наиболее важных навыков для людей, желающих развиваться в профессиональной и личной жизни. Основной целью нетворкинга является создание сети контактов, которые могут помочь в решении задач и достижении целей. Однако, нетворкинг не ограничивается только установлением контактов, это также связано с развитием личности, обменом опытом, новыми знакомствами, налаживанием отношений и улучшением коммуникаций. В основе этого понятия лежит так называемая теория шести рукопожатий, разработанная в 1960-х годах американским социологом Стенли Милгрэмом и психологом Джеффри Трэверсом.

Суть её в том, что каждый из нас опосредованно знаком с любым другим жителем планеты через цепочку общих знакомых. До каких-то людей потребуется больше шагов, до каких-то меньше, где-то знакомство будет близкое, где-то не очень, но, в целом, чем больше людей знает человек, тем больше потенциальный связей у него есть. Чтобы

грамотно пользоваться правилами нетворкинга, важно знать, какие виды нетворкинга существуют: 1) позитивный нетворкинг — вы ищете новые знакомые, чтобы предоставить людям свои услуги, быть полезным своими умениями и знаниями. Следовательно, вы больше отдаете другому человеку; 2) негативный нетворкинг — использование «полезных» знакомств только для извлечения выгоды. При этом сам человек другим практически ничего не дает; 3) золотая середина — объединение двух видов нетворкинга. Чтобы не только использовать других людей, но и что-то предлагать взамен [1]. Таким образом, важно выбирать подходящий вид нетворкинга в зависимости от целей и задач, которые стоят перед человеком. Так же важно помнить, что нетворкинг — это двусторонний процесс, и успешное установление связей требует взаимной выгоды и уважительного отношения к другим людям.

Кейт Феррацци в книге «Никогда не ешьте в одиночку и другие правила нетворкинга» делится основными правилами, соблюдение которых позволило ему добиться успеха в бизнесе: 1) не замыкаться в себе; 2) помнить, что нетворкинг — это диалог; 3) упоминать известных людей, с которыми вы знакомы; 4) напоминать о себе; 5) заранее продумывайте аргументы; 6) быть настоящим; 7) приспособливаться к стилю общения собеседника. Это общие правила, которые помогут поддержать общения не только в жизни, но и в онлайн пространстве [3].

Однако для достижения максимальной пользы от нетворкинга важно правильно применять приемы, которые могут значительно улучшить результаты работы и продуктивность деловых процессов:

1) Прием быстрой самопрезентации «В лифте». Техника зародилась в Силиконовой долине в стартап-среде и идеально подходит для «быстрого» нетворкинга во время мероприятий. Ее суть заключается в том, чтобы за 30-60 секунд изложить ключевые моменты своего проекта. Именно это время потребуется, чтобы доехать на лифте до самого высокого этажа. Таким образом, у человека должна быть наготове самопрезентация, укладывающийся максимум в 60 секунд.

2) Применение ассоциаций. Любая тема многогранна. Поэтому с ней будет связано немало ассоциаций, которые можно использовать для продолжения речи. Сбились с мысли? Берите связанное с заявленной темой понятие и развивайте его. Цель — продолжение общения.

3) Переход по последнему слову. Прием подразумевает развитие беседы с привязкой к последней высказанной мысли. Используйте связки, например: «говоря об этом», «в продолжении темы», «раскрывая это, хотел бы сказать...». Цель все та же — продолжение общения.

4) Техника «резюмирование». Самый продвинутый способ активного слушания. В повседневной жизни практически не используется, а вот в бизнесе должен применяться регулярно. Вы кратко повторяете человеку его требования, пожелания, предложения. Он понимает, что вы, действительно, услышали его и проникается уважением и доверием [2].

Таким образом, нетворкинг является важным инструментом, который позволяет устанавливать связи и находить новые возможности для развития бизнеса и личностного роста. Соблюдение правил и выбор нужного вида нетворкинга позволят людям достигать поставленных целей и находить новые возможности для личностного и профессионального роста.

#### Список литературы

1. Крутиков В.К., Зайцев Ю.В., Ефимова И.Е., Цоп-Петрова И. Нетворкинг - креативный навык, соединяющий идеи с ресурсами. // КЭ. 2015. №3. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/networking-kreativnyy-navyk-soedinyayuschiy-idei-s-resursami> (Дата обращения 16.04.2023).

2. Уколова Е. Нетворкинг | техники быстрой самопрезентации. URL: <https://blog.oy-li.ru/networking/> (Дата обращения 17.04.2023).
3. Феррацци К., Рэз Т. Никогда не ешьте в одиночку и другие правила нетворкинга. М: Изд-во «Манн, Иванов и Фербер», 2005. 420 с.

#### **УДК004.056.5**

### **ТЕХНОЛОГИИ НАРУШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В КИБЕРПРОСТРАНСТВЕ: ОПЫТ РОССИИ**

Красулина К.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

[krasulina-ksenia@yandex.ru](mailto:krasulina-ksenia@yandex.ru)

Научный руководитель: Гаврилова Ю.В., к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

[gavrilova.yv@bmstu.ru](mailto:gavrilova.yv@bmstu.ru)

В современном мире совместная деятельность людей осуществляется, с одной стороны, в условиях социальной действительности при их непосредственных, личных контактах друг с другом, с другой стороны – в киберпространстве, будучи опосредованной информационно-коммуникационными технологиями и цифровыми каналами связи. Наличие посредников в киберсреде повышает уязвимость интеракций, что вызывает острую необходимость обеспечения безопасности – состояния реальности, характеризующегося отсутствием угроз и опасностей для психического и физического здоровья человека, его интересов. «Разрывы в сетях», «агенты-шпионы», искажение и утечки информации, интеграция инородных элементов в сеть – признаки нарушения безопасности в киберсреде [1]. В таких условиях ключевой задачей государства становится выявление технологий нарушения безопасности и принятие мер по защите человека и его деятельности. Согласно данным Генеральной прокуратуры Российской Федерации за последние два года прослеживается высокий рост киберпреступлений – их количество увеличилось с 66945 до 91567 [2]. Такая динамика объяснима появлением новых технологий нарушения кибербезопасности, а также активным распространением ранее созданных технологий. В России чаще чем в других странах применяются такие технологии как: 1) вирусы-шифровальщики; 2) мифотворчество в новостях; 3) «инструменты удаленного администрирования»; 4) «плечевой серфинг».

1) Вирусы-шифровальщики – это вредоносные программы, которые при внедрении в ПО компьютера блокируют доступ пользователей к файлам или приложениям. В результате, большое количество россиян утрачивают конфиденциальную информацию. Получить на свой компьютер или телефон подобные вирусы можно с помощью перехода по ссылке, которую мошенники распространяют в интернете, заманивая людей на сайты рекламой уникального продукта, либо призывами к помощи пострадавшим животным или больным людям. Часто киберпреступники выявляют, что именно беспокоит аудиторию и привлекают внимание пользователей конкретной темой. 2) Технология мифотворчества в новостях или «обманчивые новости» применима в момент чрезвычайных событий в стране: пандемия, экологические катастрофы, массовые преступления. Информация преподносится в искаженном виде, с акцентами на негативные аспекты события, многое «приукрашивается», либо вовсе придумывается. Прочитав новости такого рода, человек паникует, тревожится. Из-за новостных блогов и порталов с неправдоподобными

новостями рушится налаженная коммуникация [3]. 3) Посредством «инструментов удаленного администрирования» посторонний человек получает удаленный доступ к устройству – он может видеть содержимое экрана, а также управлять ПО. Эта технология изначально создавалась с целью помочь пользователям устранить сбои в работе ПО. Позже, злоумышленники стали злоупотреблять такой возможностью, передавая трояны по ссылкам, что позволило наблюдать за жизнями пользователей. 4) «Плечевой серфинг» – это способ получения информации: идентификационные номера, пароли, реквизиты карт и любые другие личные данные пользователя. Эта технология часто применима на различных онлайн-форумах и в приватной переписке. Мошенники продумывают все до мелочей, осторожно, поэтапно морально давят на человека. Для начала они знакомятся, входят к жертве в доверие, узнают много личной информации, а затем распространяют ее на форумах, указывают ложные сведения. Жертве начинают звонить, писать, шантажировать, иногда доводят до суицидных мыслей. Опыт пребывания россиян в киберпространстве показывает высокие риски интеракций, связанные с финансовыми потерями, стрессом, тревожностью, ухудшением общего состояния здоровья, в редких случаях, суицидов. В то время как знание принципов работы охарактеризованных выше деструктивных технологий, позволяет разработать систему мер кибергигиены и борьбы с ними.

#### Список литературы:

1. Гриняев С.Н., Правиков Д.И. Основы общей теории киберпространства. Теория боя в киберпространстве / Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. М.: АНО ЦСОиП, 2018. 124 с.
2. Официальный сайт Генеральной прокуратуры Российской Федерации. URL: <https://genproc.gov.ru> (Дата обращения 15.04.2023).
3. Жуков А.В., Гаврилова Ю.В. Проблема сохранения традиционной ментальности в условиях информационно-сетевых войн // KANT. 2023. №1(46). С. 149-155.

#### УДК 008

### **СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ КАК ПЛОЩАДКА ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖЛИЧНОСТНОЙ КОММУНИКАЦИИ ЦИФРОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

Савельев В.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

[vadimpochta05@mail.ru](mailto:vadimpochta05@mail.ru)

Научный руководитель: Чернышева А.В., к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Совокупность интенсивного развития высоких технологий, таких как, интернет, охвативший все сферы жизнедеятельности человека, цифровая экономика, новые гаджеты (смартфоны, планшеты и компьютеры), является одной из главных причин формирования нового поколения, которое в современной литературе принято называть цифровым или поколением Z.

Цифровая молодежь – люди, которые родились в период 1990-2000е - активно использует весь спектр имеющихся технологий, для того чтобы лучше понимать себя и свой окружающий мир, и стремится к тому, чтобы максимально продемонстрировать свою уникальность и неповторимость. В отличие от предыдущих поколений, представители цифрового поколения более склонны к самовыражению в виртуальном пространстве, наиболее распространенной площадкой которого являются социальные

сети, получившие в последние годы самое широкое распространение. Ведение собственного блога в социальных сетях и установление своих правил межличностной коммуникации дает поколению Z возможность максимально проявить присущие молодежи независимость и свободолюбие.

Функционал интернет-площадок, начиная с возможности широкого выбора аватара для установки на своей странице, статуса и иной информации о себе, неуклонно и динамично развивается, в чём огромную роль играют именно запросы и интересы молодёжи. Необходимость удовлетворять потребность молодого поколения в самовыражении через использование всевозможных вербальных и невербальных каналов общения – видеосвязи, общения с помощью «смайлов» и других – вынуждает разработчиков постоянно совершенствоваться. На данный момент в социальных сетях есть возможность вести свой бизнес, общаться с представителями разных стран, покупать и продавать товары совершенно любого вида.

Доступность каждому, удобство и простота использования способствуют развитию нового вида межличностной коммуникации в интернет-пространстве, отличительной особенностью которой является возможность показать свою реакцию, например, одобрение или осуждение того или иного объекта, в один «клик» с помощью всевозможных индикаторов, таких как «лайк» или комментариев [1]. Подобные индикаторы являются показателем коллективного одобрения или неприязни к публикуемому материалу. Такое быстрое восприятие контента не могло не сказаться на формировании так называемого «клипового» мышления, то есть получения и обработки небольшой, точечной информации за считанные секунды.

Для цифрового поколения гораздо рациональнее посмотреть краткий обзор на книгу или фильм, чем читать или смотреть его полностью, тем самым тратя своё время «впустую». То же самое касается непосредственного общения в онлайн среде. Представителю цифрового поколения достаточно нажать несколько кнопок, чтобы начать контактировать с собеседником [2]. Причём само общение осуществляется всевозможными способами – в формате диалога с возможностью прикрепления любого объекта медиатеки, в аудио или видеоформате. Следствием удобства и отсутствия затраты времени и энергии на процесс коммуникации является тот факт, что в онлайн среде выражение внимания и поддержки осуществляется куда в большем объеме по сравнению с живым диалогом. Поэтому каждый индивид может быть услышан и принят таким, каким он представляет себя в социальных сетях.

Свобода и открытость участников коммуникационного процесса не всегда приводит только к положительному результату. Цифровому поколению присущи такие феномены, как «буллинг» (издевательство) и «троллинг» в интернет пространстве [1]. В связи с тем, что коммуникативный процесс не регулируется установленными нормами этикета и уважительного общения, собеседники могут чувствовать себя безнаказанными за любые допустимые действия. Еще одна причина подобного поведения – это мнимая анонимность, которая дает возможность безбоязненно высказывать любое мнение и несогласие, поскольку считается, что отследить говорящего если не невозможно, то очень сложно.

Еще одной притягательной чертой социальных сетей для молодежи является возможность представляться совсем другими людьми и создавать образ далекий, а часто полностью противоположный своему реальному социальному статусу.

Постоянная и активная межличностная коммуникация в социальных сетях, ее мнимая легкость также привлекают представителей цифрового поколения. Однако чрезмерная увлеченность ей становится реальной угрозой на пути выстраивания реальной межличностной коммуникации.

Подводя итог всему выше сказанному, можно сделать следующий вывод: свободная, никем и ничем не контролируемая межличностная коммуникация в социальных сетях, с присущими ей попытками обмануть собеседника и приукрасить (или исказить) истинное положение вещей происходит не столько с целью получения информации или опыта, сколько с целью получения социального одобрения и уважения путём предоставления собеседнику информации, зачастую не соответствующей реальному положению вещей.

#### Список литературы

1. Социальные сети как инфраструктура межличностного общения цифрового поколения: трансформация фреймов коммуникации: коллективная монография / науч. ред. И.П. Кужелева-Саган. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2017. 220 с.
2. Третьякова В.С., Церковникова Н.Г. Цифровое поколение: потери и приобретения // Профессиональное образование и рынок труда. 2021. №2 (45). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovoe-pokolenie-poteri-i-priobreteniya> (Дата обращения 17.04.2023).

#### УДК 316.4

### **ЭФФЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА КОГНИТИВНУЮ СФЕРУ ЛИЧНОСТИ**

Сахаров М. А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

[makar-sakharov@mail.ru](mailto:makar-sakharov@mail.ru)

Научный руководитель: Гаврилова Ю.В., к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Условия жизни современного человека определяются активным внедрением и использованием технологий дополненной реальности (AR-технологий), позволяющих интегрировать в единое целое два самостоятельных по структуре и содержанию пространства – реального мира, именуемого социальной реальностью и виртуального мира. AR-технологии совмещают объекты социальной реальности с виртуальными «моделями» на мониторах компьютеров и гаджетов; их функционирование возможно, в том числе, на основании технологий искусственного интеллекта (ИИ). AR-технологии применяются в информационных приложениях, обучающей продукции, 3D-играх, моделировании объектов, разработках цифровых двойников, создании «искусственных обществ» в целях прогнозирования и корректировки определенных социальных процессов. Дополненная реальность делает жизнь человека эмоционально насыщенной, яркой, процесс обучения интересным, производство и тестирование продукции более простым. Например, «AR-шлемы» позволяют человеку управлять самолетом, не обладая при этом необходимыми навыками, взаимодействовать с цифровыми аватарами, «оживлять» героев компьютерных игр и т.д. Прогрессивное влияние иммерсивно-цифровых технологий на жизнь человека и общества бесспорно, однако, во многом противоречиво. С одной стороны, AR-технологии приносят пользу обществу, с другой – увеличивают нагрузку на когнитивную сферу человека, приводя к «сбоям» в работе памяти, изменяя восприятие человеком реальности и самого себя, нарушая процесс воображения, трансформируя мышление. В результате, компоненты когнитивной сферы дестабилизируются, что запускает механизм нарушения когнитивной безопасности.

Когнитивная сфера личности является ключевой для формирования мировоззрения и поведения человека. Поэтому, нарушение когнитивной безопасности наносит ущерб индивидуальному и социальному развитию человека, его самоощущению и успешному позиционированию себя во внешней среде.

Влияние AR-технологий на когнитивные процессы определяет возникновение ряда эффектов когнитивного искажения при восприятии и анализе реальности. Следует отметить такие эффекты как «апгрейд реальности», «гибридизация социальной действительности и виртуальной реальности», «мнимая транспарентность», «дисперсия ответственности на искусственный интеллект в процессе принятия решений» и др.

1) Эффект «дисперсии ответственности на искусственный интеллект в процессе принятия решений» связан со «способностью технологий ИИ обрабатывать огромные массивы информации со скоростью, значительно превышающей скорость мыслительных операций, совершаемых естественным интеллектом. Такие способности ИИ позволяют проводить высокоточные прогнозы и принимать решения, максимально близкие к оптимальным» [1]. В результате, у человека возникает иллюзия безупречной работы технологий ИИ, без технических сбоев и помех. Данная иллюзия снижает бдительность восприятия опасных ситуаций, требующих осмысления и эмоциональных реакций, а не исключительно расчетов и прогнозов. Как следствие происходит дисперсия ответственности, вернее ее снятие или отказ человека от ответственности, ее перекладывание на ИИ. Вместе с тем, технологии ИИ не способны оценивать собственные действия или бездействие в критических ситуациях; скорость реагирования и высокая точность расчетов – функционал характерный для ИИ. При условии, что категории ответственности и справедливости недоступны для ИИ иллюзорная непогрешимость ИИ порождает потенциально опасные ситуации. Данный эффект носит негативный характер и требует особого внимания со стороны человека занятого в профессиях с повышенным уровнем социальной ответственности. 2) Эффект «гибридизации социальной и виртуальной реальностей» – это когнитивное искажение, возникающее в результате интегрированности виртуального контента в реальный мир, с целью пребывания пользователя в режиме реального времени, но при улучшении сенсорного восприятия реальности [2]. Как раз интенсификация сенсорных функций приводит к стиранию граней в восприятии элементов социальной действительности и виртуальной реальности. Человек утрачивает способность воспринимать две изначально сепарированные реальности как самостоятельные. Кроме того, дополненная реальность формирует у человека яркие впечатления, создаёт остроту ощущений. В то время как выход в социальную действительность возвращает человека в повседневную обыденность. Таким образом, в современном мире человек и общество оказались под воздействием совокупности эффектов внедрения AR-технологий в социальную действительность. Система эффектов изменяет жизнь и деятельность человека, а также его когнитивную сферу, которая реагирует системой когнитивных искажений воображения, памяти, мыслительных процессов.

#### Список литературы

1. Гаврилова Ю.В. Ментальность в контексте взаимодействия социальной и виртуальной реальностей // Гуманитарный вектор. 2022. Т. 17. № 2. С. 82-93. DOI 10.21209/1996-7853-2022-17-2-82-93.
2. Hugues O., Fuchs P., Nannipieri O. New Augmented Reality Taxonomy: Technologies and Features of Augmented Environment. // Handbook of Augmented Reality, Springer. 2011. pp. 47-63. DOI:10.1007/978-1-4614-0064-6\_2.



УДК 316.772.4

## ТЕНДЕНЦИИ ТРАНСФОРМАЦИИ КОММУНИКАТИВНОГО ПРОЦЕССА В СОВРЕМЕННОЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Худорожкова А.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

khas22s066@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Гаврилова Ю.В., к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

gavrilova.yv@bmstu.ru

В современной России система высшего образования находится на этапе трансформации. Основными трендами в высшей школе сейчас являются: обновление структуры и содержания высшего образования, курс на формирование метакомпетенций, ориентация на практические знания и повышение конкурентоспособности выпускников на отечественном рынке, цифровизация способов передачи знаний и опыта, внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ). В результате «система современного российского образования приобретает качественно новые черты, отличные от традиционной отечественной и западной моделей образования» [1]. Трансформациям оказался подвержен и коммуникативный процесс между субъектами образовательных отношений, прежде всего, преподавателем и студентом. В современной высшей школе наблюдаются: 1) смещение статусно-ролевого взаимодействия в системе «преподаватель-студент» и сокращение дистанции власти между данными субъектами; 2) увеличение роли эмоционально-эмпатийного компонента коммуникации. Выявленные тенденции трансформации высшего образования оказывают влияние на динамику и эффективность обучения, что обуславливает их высокую актуальность.

1) «Статус» и «роль» будучи структурными элементами социальной организации общества обеспечивают связи субъектов и интеракции между ними. «Статусно-ролевая статика» указывает на стабильность выполняемых субъектами функций. В то время как «статусно-ролевое смещение» в современной высшей школе сокращает дистанцию власти, изменяет систему социальных ценностей, вызывает фрустрации. Сдвиг статусов и ролей в системе «преподаватель-студент» возможен из-за включенности студентов в интернет-среду, что накладывает отпечаток на восприятие ими реального мира. Так как интернет-коммуникации лишают индивида возможности переживать и ощущать реальное присутствие субъектов общения, то студенты утрачивают понимание особого статуса и роли преподавателя, пытаясь выстроить с ним коммуникацию как с равными себе по статусу. Студенты ждут быстрого ответа от преподавателя на сообщения в сети или по электронной почте в любое время суток, неосознанно следуя правилу интернет-интеракций – «всегда на связи» [2]. Так как учащиеся привыкли круглосуточно взаимодействовать со своими сверстниками, то при медленном реагировании преподавателя у студентов возникает фрустрация, что приводит к нарушению студентом коммуникативного канала – появляются требования ответить «сейчас», жалобы на длительное ожидание ответов преподавателя. Студент воспринимает отсутствие незамедлительного онлайн-ответа со стороны преподавателя как нежелание преподавателя выстраивать коммуникацию, уделять внимание студенту, что формирует неблагоприятный фон общения. 2) В связи с этим увеличивается доля эмоционально-эмпатийного компонента коммуникации между субъектами образовательного процесса. Студенты, ощущая эмоциональную поддержку со стороны преподавателя, видя его заинтересованность и готовность помочь им в формировании компетенций, становятся более мотивированными, а процесс обучения – эффективным. Двусторонняя

эмоционально-эмпатийная связь в коммуникации позволяет студентам и преподавателям чувствовать себя более комфортно, проявлять открытость во взаимодействиях. Отсутствие эмоционально-эмпатийной связи приводит к возникновению состояния фрустрации, отражаясь на качестве образовательного процесса.

Отмеченные выше тенденции трансформации коммуникативного процесса в высшей школе коррелируют между собой, находятся во взаимодействиях и взаимосвязях; изменение одного компонента, влечет за собой трансформацию всех других компонентов.

#### Список литературы

1. Коврижных О.А., Гаврилова Ю.В. Социокультурные последствия трансформаций современного образования в Российской Федерации // Общество: социология, психология, педагогика. 2020. № 2(70). С. 103-108. DOI 10.24158/spp.2020.2.18.
2. Петрова П.Н., Гаврилова Ю.В. Влияние самоорганизации учащихся на эффективность реализации дистанционного обучения // Безопасная образовательная среда будущего: вызовы и технологии решения: Материалы VI Международной научно-практической конференции / под научной редакцией О.И. Щербаковой. Москва-Саранск. 2021. С. 24 – 30.

#### УДК 130.2

#### **ПРОБЛЕМЫ МОЛОДЁЖИ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ**

Коновалова С.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

132qas000@mail.ru

Научный руководитель: Моторина И.Е., к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В период молодости человек определяется с будущей профессией, вырабатывает свое мировоззрение, определяется со своим местом в жизни, формирует жизненные ценности. Именно в молодости закладываются стержень человека, его привычки и пристрастия. В более зрелом возрасте человеку гораздо сложнее измениться, поменять свои взгляды, поэтому, проблемы, возникающие в юности, требуют наибольшего внимания, не только со стороны родителей и старших родственников, но и со стороны государства.

Целью работы является исследование проблем современной молодёжи в рамках нашего государства. Задачи: изучить молодёжь как социальную группу; выявить проблемы современной молодежи России; понять, какие из проблем являются самыми острыми. Объектом исследования в данном случае является молодежь. Предметом исследования выступают сами проблемы, возникающие среди российской молодежи.

Молодежь – это группа общества, которая имеет возрастные границы от 14 до 35 лет. Отличительные особенности молодежи – присущие только им психологические и социальные качества [3]. Вопросами современной молодежи в России занимается «Федеральное агентство по делам молодежи». Также проблематика современной молодёжи находится в центре внимания научных исследований психологов, социологов и общественных деятелей. На эту тему существует огромное количество исследований, в которых можно выделить следующее сходство: российская молодежь находится в выжидательном положении, хоть и демонстрирует себя как стремящаяся к миру и толерантности. В последние годы увеличивается тенденция к проявлению активной позиции, которая в ближайшее время должна проявиться еще сильнее [1].

Можно выделить следующие проблемы.

**Социальные проблемы.** Доля численности молодежи по отношению к другим возрастным группам страны сокращается, сокращение стало заметно в 1979 году и достигло отметки в 15%. Молодежь отрывается от общества, повышается процент маргиналов. Ухудшение экономической и социальной жизни страны приводит к повышению уровня преступлений среди молодых. Почти 60% всех преступлений страны совершены гражданами до 25 лет.

**Экономические проблемы.** Увеличение безработицы среди молодого поколения. Неспособность материально обеспечивать свои нужды и потребности. У молодого поколения практически нет возможности приобрести жилье.

**Духовные проблемы.** Социальные и экономические проблемы влияют на духовную составляющую молодого поколения. Родители меньше времени уделяют воспитанию детей и закладыванию в них фундамента нравственности и моральных качеств. Как следствие наблюдается большая разница и конфликтные ситуации между молодым и старым поколением; поспешное освобождение из-под родительской опеки; возвышение культа «удовольствия», отрицание общественных норм и ценностей; саморазрушение, уничтожение личности; сексуальная и нравственная распущенность.

**Проблема вредных привычек.** Несмотря на большое количество мер, принимающихся повсеместно, количество молодых людей, имеющих пагубные привычки не уменьшается. Алкоголизм, наркомания, табакокурение, электронные сигареты, вейпы – все это опасные явления, от которых очень сложно избавиться. Что касается самой молодежи, то молодые люди сами выделяют проблему вредных привычек чаще всего. По данным исследования, по мнению студентов наиболее нерешаемыми проблемами являются: наркомания (32%), алкоголизм (24%), табакокурение (15%) и рост преступности (20%). Для учащихся техникумов нерешаемые проблемы на данный момент: табакокурение (28%), алкоголизм (21%), наркомания (28%), рост преступности (18%) [2].

На основе приведенных выше данных, можно сделать вывод, о том, что одними из самых серьезных проблем современной молодежи в России являются: вредные привычки, отсутствие возможности обеспечить себя собственным жильём, безработица, недостаток образования, разногласия поколений, подмена жизненных ценностей и рост аморальности в поведении. Последние два пункта особенно сильно стали заметны в последние несколько лет. Наш мир стремительно меняется и вместе с ним меняются и моральные устои общества. К сожалению, молодые люди больше всего подвержены психологическому воздействию, в связи с чем перед современным обществом стоит сложная задача – суметь удержать человеческие ценности на грани разумного, и начинать нужно с молодежи.

#### Список литературы

1. Общественная активность молодежи: аналитический обзор ВЦИОМ. URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/obshchestvennaja-aktivnost-molodezhi> (Дата обращения 29.03.2023);
2. Социологическое исследование на тему «Актуальные проблемы современной молодежи». URL: <https://www.freepapers.ru/8/sociologicheskoe-issledovanie-na-temu-aktualnye/12960.124655.list2.html> (Дата обращения 10.04.2023);
3. Хахулин Л.О. Основные проблемы современной молодежи. URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017030611> (Дата обращения 14.04.2023).

**УДК 130.2****ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА ИНЖЕНЕРА**

Коршкова А.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

pmv22s117@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Моторина И.Е., к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В последние 30 лет экологические проблемы стали относить к глобальным проблемам современности, так как наша планета находится в катастрофическом состоянии. Различные фабрики выбрасывают отходы от производства в атмосферу, тем самым загрязняя воздух, почву и водоемы. Все это влечет за собой необратимые последствия. Для того чтобы их избежать, каждый человек, а особенно инженер, так как он неразрывно связан с производством (так как именно заводы и фабрики в большей мере загрязняют окружающую среду), должен думать, как уберечь планету от гибели и не загрязнить ее еще сильнее.

Целью работы является исследование воздействия экологической культуры инженера на окружающую среду. Задачи: дать определение экологической культуре в системе общей культуры; рассмотреть уровень экологической культуры человека; дать определение экологической культуры инженера и выявить ее основные компоненты; исследовать, как экологическая культура инженера воздействует на окружающую среду. Объект исследования – экологическая культура. Предмет исследования – воздействие экологической культуры инженера на окружающую среду.

Воздействие инженерной деятельности на экологию нашей планеты и вопросы ответственности инженера за окружающую среду изучали в своих работах М.Д. Андреев, В.А. Козловская, Г.Н. Волков, В.Д. Комаров, И.И. Мазур, И.О. Мартынюк, И.А. Майзель, И.Т. Фролов, Е.А. Шагювалов.

Экологическая культура в системе общей культуры – мера и способ реализации развития социальных сил человека в процессе освоения природы, как уровень и характер отношений между человеком и социоприродной средой, проявляющаяся в системе знаний, умений, гуманистических ценностных ориентаций, экологически сообразной деятельности [1]. Экологическая культура представляет собой сложную многомерную матрицу, в которой духовным компонентом является экологическое сознание, а ядром – экологическое мировоззрение. Таким образом, экологическая культура является основным способом взаимодействия человека с природой.

Экологическая культура инженера – часть общечеловеческой культуры, включающая в себя экологическое сознание и экологическое мировоззрение, которые способствуют гармонизации отношений между техносферой и биосферой [2].

Мы видим, что оба определения очень похожи, однако, есть и различия. Экологическая культура инженера нацелена на взаимодействие технического прогресса с природой, а экологическая культура в целом – на взаимодействие всех людей с окружающей средой. Аспект экологической культуры инженера был выделен отдельно, так как инженер является творцом технического прогресса. Выделим основные компоненты экологической культуры инженера: экологические знания, экологическое мышление; мировоззренческие идеи и ориентации экологического характера; экологически оправданное поведение (экодеятельность). Исходя из вышесказанного, можем сделать вывод: смысл экологической культуры заключается в способности организовать взаимодействие биосферы и техносферы в условиях технического прогресса.

Вопрос воздействия инженера на окружающую среду достаточно противоречивый. С одной стороны, технический прогресс разрушает нашу планету, пагубно воздействует на экологию. Например, создание ядерной бомбы; применение такого вида оружия может привести к необратимым последствиям, уничтожить всю живое на Земле; Или функционирующие заводы и фабрики, на которых работают инженеры загрязняют окружающую среду отходами от производства, что уже привело планету к экологическим проблемам). Если посмотреть с другой стороны, именно инженеры способны создать различные средства очистки ресурсов производства, которые смогли бы ликвидировать практически все негативные последствия их деятельности. Таким образом, огромное значение имеет уровень культуры инженера, который надо повышать вышеуказанными методами.

Итак, экологическая культура инженера очень важный компонент экологической культуры в общем, оказывающий огромное влияние на взаимодействие био и техносферы. Влияние инженеров на биосферу очень противоречиво. С одной стороны, они наносят вред окружающей среде, так как являются творцами технического прогресса, а как мы знаем он очень противоречив (создание ядерной бомбы), с другой стороны, только инженер способен ликвидировать все эти последствия, создав что-то новое для этого. Главное, что нужно усвоить каждому человеку, вне зависимости от профессии и вида деятельности: необходимо бережно относиться к окружающей среде и заботиться о ней, ведь наша планета – наше будущее.

#### Список литературы

1. Сова А.В., Щепотько Н.А. Экологическая культура и образование. URL: <https://sci-article.ru/stat.php?i=1579878272> (Дата обращения 05. 04. 2023).
2. Козловская В.А. Экологическая культура инженера: Теоретико-методологические аспекты. URL: <https://www.dissercat.com/content/ekologicheskaya-kultura-inzhenera-teoretiko-metodologicheskie-aspekty> (Дата обращения 03.04.2023).

#### УДК 130.2

#### МОЛОДЁЖНАЯ КУЛЬТУРА СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

Плещев М. В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

[pmv22s117@student.bmstu.ru](mailto:pmv22s117@student.bmstu.ru)

Научный руководитель: Моторина И.Е., к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Культура является неотъемлемой частью любого народа. Опираясь на культуру, человек выстраивает своё Я, создавая у себя в голове определённые табу, навязанные данной культурой. Сейчас, в эпоху глобализма и интернета прежние культурные границы размываются. Народы более активно перенимают различные обычаи и традиции друг друга, а также создают новые. И больше всего этому влиянию подвержена молодёжная культура, ибо в данном возрасте намного легче и интересней перенять что-то новое и интересное у другого человека. Именно поэтому данная тема сейчас очень актуальна и будет таковой ещё долгое время [1].

Цель: изучение молодёжной культуры современной России. Задачи: проанализировать позитивные и негативные аспекты молодёжной культуры; провести социологический вопрос, выяснить, что пользуется популярностью в молодёжной среде. Объект: культура российской молодежи. Предмет: предпочтения и интересы молодежи.

Досуг молодого человека, в основе своей, очень сильно занят гаджетами (в данный список я отношу кино, компьютерные игры, соц. сети и др.). И, выбирая между не понимающей его семьёй и своими сверстниками, человек предпочитает себе подобных. Объединяясь в такие группы молодые люди получают возможность к дальнейшей социализации, но взамен подчиняются устоям данной группы, создавая отдельную субкультуру. Именно из этого состоит разношерстная культура молодёжи в современной России [2].

Если же переходить к конкретике, то по социологическим исследованиям, проходившим в 10-х годах в школах Санкт-Петербурга, можно сделать вывод, что одна треть школьников занимают свой досуг «ничегонеделанием» или же, если так можно выразиться, прокрастинацией. Также сильно развита политика вестернизации. Ценности национальной культуры, как классической, так и народной, уже много лет вытесняются схематизированными стереотипами – образцами массовой культуры, ориентированными на внедрение ценностей «американского образа жизни» в его примитивном и облегчённом варианте. Любимыми героями и, в определённой степени, образцами для подражания становятся, по данным опроса, для девушек – героини «мыльных опер» и бульварных романов о любви, а для юношей – непобедимые супергерои триллеров [3].

В рамках исследования был проведён опрос студентов. Единицей наблюдения стали учащиеся группы СГН2 в возрасте от 17 до 19 лет. В ходе опроса было выяснено, что студенты предпочитают музыку рока (62,5%), поп-музыку (50%), рэп (50%). Народную музыку не выбрал ни один человек. На вопрос об отношении к религии 55,6% студентов выбрали ответ: «Не верю. Никаких обрядов не соблюдаю». Остальные верят по-своему, для себя, иногда соблюдают обряды. В качестве источника информации респонденты предпочитают Интернет-ресурсы (88,9%), телевизор не смотрят. Выяснилось также, что за последние несколько лет у большинства студентов изменились привычки, лексикон и предпочтения – 66,7%, частично изменились – 22,2%, не изменились – 11,1%.

По результатам исследования можно сделать вывод, что молодёжная культура, по большей части развивается, если так можно выразиться, вне юрисдикции государства. Отсутствует интерес к народной музыке, благодаря которой можно было бы формировать мировоззрение молодёжи; большая часть респондентов не религиозны или же верят по-своему, что также выбивает один из инструментов влияния на умы – хоть и устаревшей, но церкви; подавляющее количество людей предпочитает источники информации, полностью или частично независимые от влияния государства, что также оставляет отпечаток на развитии молодёжной культуры и досуга молодёжи. Также стоит отметить, что большинство респондентов считает, что за последние несколько лет их привычки, лексикон и предпочтения изменились. Данная информация подтверждает факт стремительных изменений в молодёжной культуре.

Достоинства современной российской молодёжи: развитое критическое мышление, терпимость к зарубежному влиянию, но и отторжение деструктивных его элементов (в основе своей), а также развитие рационального мышления. Недостатки: отсутствие интереса к истории своей страны, слабая заинтересованность национальной культурой (по большей части молодёжь интересуется либо восточная, либо западная культуры), отсутствие интереса в саморазвитии и прокрастинация (или иной малополезный досуг).

Самое главное, что должна помнить молодёжь, так это тот факт, что без знания своей истории, культуры человек, рано или поздно, просто перестаёт понимать кто он. Ему себя не с чем ассоциировать и, если такой человек не найдёт замену это пустоте, то он вполне может пострадать физически. Ну а отсутствие саморазвития приводит сначала к стагнации, а потом к деградации.

## Список литературы

1. Янковская О.В. Особенности и специфические черты российской молодежной культуры. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-i-spetsificheskie-cherty-rossiyskoy-molodezhnoy-kultury?ysclid=lgox4gljmc661291957> (Дата обращения 07.04.2023).
2. Башкатов И.П., Стрелкова Т.С. Характеристики молодежно-подросткового граффити // Социологические исследования. 2006. №11. С. 141-145.
3. Молодежная культура в современной России: отличительные особенности и ценности. URL: <https://cyberpedia.su/16xc586.html> (Дата обращения 14.03.2023).

**УДК 130.2****СОЦИОКУЛЬТУРНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В МЕХАНИЗМАХ СОЦИОКУЛЬТУРНОГО ТВОРЧЕСТВА**

Сергеев М.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

MrFehers@gmail.com

Научный руководитель: Гаврилина Е.А., к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В настоящее время происходит очень много событий, а технологии, которыми мы обладаем позволяют распространять и получать эту информацию буквально в любой точке, где бы ты не находился. Такой доступ к информации имеет в основном положительные эффекты, вы можете получить по одному клику всю информацию, которая вам нужна, видите все события, которые происходят в мире, расширяете свой круг общения. Но существуют и отрицательные стороны этого. Взамен на большое количество информации мы получаем не малую часть недостоверной или искаженной информации, которая в свое время может поменять восприятие человеком окружающего его мира. Также люди часто начинают бездумно следовать за каким-то автором, и повторять за ним все. Такое поведение угрожает человеку, как самостоятельной личности.

Цель работы заключается в определении значимости информации для развития социокультурного творчества. Задачи: определить роль информации в изменении социокультурного творчества; выяснить, как влияет на мировоззрение информация, которую получает общество; выявить тенденции в изменении поведения общества в настоящее время. Объектом исследования является общество. Предметом исследования выступает информационное поле, под которым подразумеваются все источники информации, от письменных до электронных.

Основываясь на сказанных мной тезисах, я могу заключить, что основной проблемой является чрезмерное использование разных ресурсов, которое приводит к тому, что человек начинает преобразовывать свое мировосприятие, подводя его под какие-то стандарты. Фундаментом, на который опирается человек во время таких изменений является подушка из различной информации. Отдельного внимания заслуживает недавно появившийся феномен. Им является потеря концентрации, она связана с непривычным для человека избытком полезной информации, а поскольку наш мозг устроен так, чтобы уделять внимание именно чему-то важному или ценному, то он просто начинает путаться. Эта проблема сейчас стоит достаточно остро, поскольку все больше людей уходят в соцсети и теряют связь с реальностью. Подтверждает мои слова опрос проведенный ВЦИОМ 30 сентября 2013 года: «22% россиян признают, что проводят в Интернете слишком много времени (22%). О том, что долго не обходятся без

общения в социальных сетях, сообщают 16%. Реже россияне признают, что много времени тратят на проверку электронной почты (11%) [1].»

Еще хочется упомянуть про отрицательные тренды, которые привели к ужасающим последствиям и накрепко въелись в сознание. А в пример можно привести создание «селфи», сам по себе тренд кажется безобидным, но спустя через некоторое время он начинает преобразовываться в некую игру. Игру эту можно описать так, кто сделает самое необычное фото, получит большую огласку в соцсетях. А далее начала развиваться нездоровая тенденция, когда люди совершали необдуманные поступки в погоне за фото. В пример приведу отрывок из статьи на эту тему: «Наиболее частой причиной смерти, связанной с селфи, стало падение с высоты. За ним следуют утопление, падение с высоты с утоплением, попадание под поезд, неосторожное обращение с оружием, дорожные аварии, удар током и нападение животных. Происшествия на железной дороге оказались более характерны для Индии, с оружием – для России и США [2]». В этом случае заметна цепная реакция, которая привела к таким последствиям.

Также стоит обратить внимание на исследование о роли социальных сетей в жизни россиян. «По результатам этого исследования было отмечено, что в целом абсолютное большинство опрошенных интернет-пользователей (90%) считают, что сегодня соцсети и мессенджеры являются важной составляющей жизни человека». А самое интересное в этом исследовании, что при проблемах с доступом к социальным сетям люди чаще испытывают чувства. «В таких случаях чаще всего они испытывают чувство досады (33%), 19% не испытывают никаких эмоций, у 18% возникает чувство любопытства, у 17% – возмущения, а 16% сохраняют спокойно-созерцательное настроение [3]»

В заключении стоит заметить, что легкий доступ к информации определенно сказался на поведении людей, и как показывает статистика очень много людей проводит времени в основном в соцсетях. Как решение проблемы можно рассмотреть использование тайм менеджмента для разграничения рабочих процессов от отдыха и развлечений в соцсетях. Также программное ограничение нахождения по времени в приложениях. Читать информацию только из проверенных источников, и учиться анализировать информацию, которая поступает нам из разных источников. Опирайтесь на проверенное мнение во время того, как освещается какое-то спорное по своему содержанию событие. Не поддаваться каким-либо трендам, которые происходят вокруг, поскольку это может превратить индивида в одержимого чьим-то мнением человека.

#### Список литературы

1. ВЦИОМ.. URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/internet-zavisimost-skolko-rossiyan-podverzheny-bolezni-xxi-veka> (Дата обращения 13.04.2023).
2. Naked Science.. URL: <https://naked-science.ru/article/sci/uchenye-podveli-statistiku-smertelnyh> (Accessed 10.03.2023).
3. Анкетолог. URL: <https://iom.anketolog.ru/2021/10/19/rol-socsetej-v-zhizni-rossiyan> (Дата обращения 11.04.2023).



**УДК 130.2****ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЭТИКА СОВРЕМЕННОГО ИНЖЕНЕРА**

Сосин И.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»  
idsosin@gmail.com

Научный руководитель: Гаврилина Е.А., к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Мир, в котором мы живём сегодня, меняется гораздо быстрее, чем несколько десятков лет назад, а главное: мир меняется по непонятным для нас причинам, правилам и законам, которым мы противимся. Поэтому новая эпоха пугает людей этической непрозрачностью и неясными перспективами эволюции профессиональной деятельности.

Целью работы является исследование влияния современной профессиональной этики инженера на решение инженерных проблем. Задачи: выяснить, что такое профессиональная этика; выяснить, кто такой инженер; определить, как выглядит профессиональная этика современного инженера; рассмотреть позитивные и негативные стороны влияния современной профессиональной этики инженера; сравнить две теории (русской и европейской) развития этики инженера. Объектом исследования является инженер. Предметом исследования является профессиональная этика современного инженера.

Проблематика исследования профессиональной этики современного инженера находится во внимании многих отечественных и зарубежных исследователей, таких как. Согомонов А. Ю., Богданова М. В., Кутковец Т. И., Клямкин И. М., Хайнц Брандль, Шарафутдинова Р. И., Галимзянова И. И. и др.

Профессиональная этика – это совокупность определенных обязанностей и норм поведения, поддерживающих моральный престиж профессиональных групп в обществе. Профессиональная этика призвана регулировать человеческие отношения в сфере производства. Инженер – главная фигура научно-технической революции, основной «двигатель» научно-технического прогресса. Если рассматривать хорошо развитые страны такие как Германия, Австрия, США, Россия и Великобритания, то для них современная этика представляет собой переделанные этические кодексы инженеров XX века [1].

Вице-президент Международного общества по механике грунтов и геотехнике ISSMGE Хайнц Брандль считает, что в современном этическом кодексе инженера должны появиться разделы, благодаря которым инженеры-строители и геотехники смогли бы выступить против коррупции в строительстве и проектировке. Он подчеркивает, что это очень сомнительная и даже неэтичная инженерная практика, при которой консультанты и проектировщики получают денежное поощрение за то, что экономят расходы на строительство, советуя применять менее надежные материалы [2].

Основные догмы этических кодексов России, США, Австрии и других европейских стран:

- придавать первостепенное значение безопасности, здоровью и благополучию населения;
- оказывать услуги только в областях своей компетенции;
- базовые нравственные ценности инженера: коллективизм, гуманность, добросовестность и настойчивость в доведении новых инженерных решений до их реализации, в поиске истины, в разрешении сложных проблем [3].

К позитивным сторонам влияния профессиональной этики современного инженера можно отнести улучшение взаимоотношений и коммуникации между инженерами, так как

профессиональная этика предусматривает рациональную критику проектов других инженеров для исправления ошибок. Поэтому каждый инженер может высказать свою точку зрения по поводу проекта другого. Также позитивной стороной является предписание постоянного улучшения профессиональной подготовки инженера, что помогает подстраиваться инженерному делу под вечно меняющиеся тенденции и отвечать на новые вызовы современного общества.

Среди причин, которые ведут к неизбежному преобладанию негативной этики предотвращения в кодексах инженерной этики, выделяют общеэтическую. Общеэтическая причина состоит в том, что моральные обязанности повреждения в любом практическом контексте (в том числе в профессиональном) имеют большую силу или их полное исполнение, должны предшествовать исполнению обязанностей, требующих содействия благом других. Поэтому вопросы этики однозначно не решаются. Если инженер будет рассуждать, где и как его результаты будут использоваться, и, увидев хотя бы один негатив, скажет: «Я не буду это изобретать или патентовать», – тогда прогресса не будет. Также этический кодекс инженера включает правила, которые носят негативный характер, то есть являются прямыми или косвенными запретами для инженера. А любое ограничение для творца (инженера) выливается в техническое отставание.

Итак, профессиональная этика инженера очень важный компонент инженерной деятельности и технического прогресса в целом, так как она оказывает огромное влияние на взаимоотношения инженеров и общества. Профессиональная этика крайне необходима инженерам точно так же, как врачам и адвокатам. Главное, что нужно усвоить каждому инженеру, вне зависимости от уровня его квалификации или от его гражданства, – необходимость знать и применять этический кодекс инженера своей страны для достижения общечеловеческих целей. Также следует отметить обязательность введения курсов инженерной этики в технических вузах.

#### Список литературы

1. Этический кодекс инженеров NSPE. URL: <https://www.nspe.org/resources/ethics/code-ethics> (Дата обращения 12.04.2022).
2. Брандль Х. Роль инженера-строителя и геотехника в современном обществе. Этические и философские аспекты проблемы и рекомендации. URL: <http://georeconstruction.net/journals/10/files/10003.pdf> (Дата обращения 09.04.2023)
3. Этический кодекс российского инженера URL: <https://www.tltsu.ru/instituty/institut-mashinostroeniya/engineering-code-of-ethics.php> (Дата обращения 06.04.2023).

## **СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННАЯ АНАЛИТИКА И ПОЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

**УДК 004.81**

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАЗВИТИЯ ВЕБ-САЙТОВ**

Акинина С.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

akininasa@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Бочарников И.В., д.пол.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В современном обществе можно наблюдать резко возрастающую роль цифровых технологий, что приводит к необходимости создания и развития качественных цифровых продуктов. В связи с этим, повышается интерес к исследованиям пользовательского опыта. Технология когнитивного представляется эффективным инструментом для визуализации результатов исследований. В данной статье рассматриваются возможности использования технологии когнитивного моделирования для исследования возможностей развития веб-сайтов с точки зрения показателя удовлетворенности пользователей веб-сайтов.

Впервые когнитивный подход был применен в психологии, под когнитивными моделями, или когнитивными картами, понимали субъективные представления о пространственной организации внешнего мира. Именно так Э. Толмен первым определил понятие когнитивных карт. Данное понятие связано с познавательными процессами, такими как получение, репрезентация и переработка информации об окружающей среде, которые приводят к построению, так называемой, когнитивной карты пространства вокруг. Именно она является существенным компонентом принятия решений в пространстве.

Однако стоит отметить, что когда когнитивный подход начал использоваться в политологии и социологии, в 1960-1980-х гг., понятие когнитивных карт ушло от связи с пространственной ориентацией и трактовалось как схематическое представление субъектом фрагмента картины мира, который относится к проблемной ситуации [1]. Так когнитивные карты позволяли моделировать процесс мышления лица, принимающего решение. За счет формализации проблемной ситуации, когнитивные карты позволяют повысить эффективность принимаемых решений. Для коллективного принятия решений также используются методы когнитивного моделирования.

Для решения задачи исследования и управления развитием веб-сайтом имеет смысл использовать каузальные когнитивные карты, так как именно они предоставляют наиболее подходящую структуру для понимания отношений между факторами достижения цели управления, а также прогнозирования.

Изучения возможностей развития веб-сайтов требует комбинирования методов исследований пользовательского опыта и когнитивного моделирования.

В ходе исследований пользовательского опыта с целью выявления факторов, влияющих на удовлетворенность пользователей, можно получить результаты по нескольким шкалам [2]: эффективность, интуитивность использования, полезность, эмоциональная привлекательность.

Соответственно алгоритм проведения исследования возможностей развития веб-сайтов включает в себя следующие этапы:

1. Первый этап заключается в анализе объекта управления, а именно деятельности веб-сайта с точки зрения пользователей. Для этого анализа эффективнее всего оказывается проведение исследования пользовательского опыта подходящего формата, например, интервью, проводимое в фокус-группе, или тестирование большой аудитории [3]. Целью данного шага является оценка уровня удовлетворенности пользователей по базовым шкалам, выявление наиболее влиятельного фактора и расставление приоритетов развития элементов веб-сайтов.

2. Второй этап заключается в подробном изучении конкретных элементов веб-сайта, анализе эффективности структуры в проекции на удовлетворенность пользователей. Результатом этого анализа должен стать полный список факторов, в том числе конкретных элементов веб-сайта, которые напрямую или опосредованно влияют на базовые показатели удовлетворенности пользователей. Далее необходимо зафиксировать связи между ними. При рассмотрении каждой пары факторов стоит обращать особое внимание за знак связи.

3. Построение когнитивной карты по выявленным факторам и связям. Процесс включает в себя, в первую очередь, размещение в некотором пространстве наиболее значимых факторов, проставление всех выявленных связей. Следующим шагом необходимо постепенно вводить в текущую систему координат менее значимых факторов, внедряя в уже существующую систему с расширением взаимосвязей. Благодаря визуальному представлению информации, в дальнейшем будет легко проследить возможные последствия изменения того или иного элемента веб-сайта. Например, изменение внешнего вида и структуры навигационного меню сайта на более подходящий и интуитивный формат, может привести к повышению скорости выполнения желаемых действий пользователем.

В заключении, хотелось бы отметить, что когнитивное моделирование, в частности построение каузальных когнитивных карт, является эффективным инструментом для отображения результатов исследования в понятном визуальном формате. Готовую каузальную когнитивную карту удобно использовать, как человеку, хорошо знакомому с разрабатываемым продуктом в виде веб-сайта, так и новому сотруднику компании, которого необходимо ввести в курс дела. Подобные когнитивные карты также могут быть полезны при принятии управленческих решений относительно изменения или поддержания курса развития продукта.

#### Список литературы:

1. Kosko B. Fuzzy cognitive maps // *International Journal of Man-Machine Studies*. 1986. V. 24. pp. 65–75.
2. Дегтяренко И.А., Бурмистров И.В., Леонова А.Б. Методика оценки удовлетворенности пользователей интерфейсом интернет-сайта // *Вестник Московского университета. Серия 14. Психология*. 2010. №1. С. 94-109.
3. Григорьева, С.С., Оболенский И.И. Методы в UX исследовании // *Столица науки*. – 2020. № 4(21). С. 179-185.

УДК 316.774

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОЛОДЕЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ)**

Канаев А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

kaa19s080@student.bmstu.ru

Колбин А.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

kolbinai@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Злотникова Е.В., к.п.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Информация является основой любого процесса принятия решений. Однако для того, чтобы эффективно использовать достоверную информацию, необходимо ее своевременно получать, а также обрабатывать и анализировать. В целях сокращения времени выполнения работы и затрат, а также повышения качества результатов современные организации развивают информационное сопровождение.

В рамках проводимого исследования информационное сопровождение понимается как «систематический и целенаправленный процесс передачи субъектом сведений (в основе которых лежат конкретные сообщения) через СМИ для целевой аудитории» [1]. Оно включает в себя процессы сбора, хранения, обработки и передачи информации.

В настоящее время все большее значение для общества приобретают молодежные организации. Они помогают молодым людям проявить себя, развить свой потенциал и стать активными участниками общественной жизни [2]. Вопрос информированности молодежи о деятельности данных организаций является очень актуальным, так как только при наличии достаточной информации молодые люди могут присоединиться к таким организациям и принять участие в их деятельности.

Существует несколько путей, по которым можно повысить информированность молодежи о деятельности молодежных организаций:

- Информационные каналы. Например, организации могут использовать социальные сети и интернет-ресурсы для публикации новостей, анонсов мероприятий, фото- и видеоотчетов о прошедших мероприятиях. Также можно использовать традиционные СМИ для распространения информации.

- Взаимодействие с общественностью. Молодежные организации могут проводить открытые мероприятия, приглашать журналистов и блогеров для освещения своей деятельности, а также взаимодействовать с образовательными учреждениями и другими организациями, чтобы донести информацию до целевой аудитории.

- Участие в различных молодежных фестивалях, выставках и конференциях. Это позволит не только привлечь внимание к своей деятельности, но и вступить в контакт с потенциальными участниками и партнерами.

- Волонтерская деятельность. Молодежные организации могут проводить различные волонтерские акции и проекты, которые привлекут внимание молодежи и помогут распространить информацию о деятельности организации.

В целом, информированность молодежи о деятельности молодежных организаций зависит от того, насколько качественно и проактивно данные организации занимаются информационной работой и взаимодействием с общественностью.

Для проведения комплексной оценки рассмотренных выше положений необходимо следование определенной технологии. Технология оценки информационного

сопровождения – это совокупность методов и приемов, используемых для измерения качества информационной поддержки деятельности организации. Она позволяет определить эффективность использования информации в рамках организации и способствует улучшению этой информационной поддержки в будущем.

Технология оценки информационного сопровождения деятельности молодежных организаций включает в себя несколько этапов:

1. Определение критериев оценки. Они могут быть различными: от уровня информированности участников организации до количества привлеченных новых членов.

2. Сбор и анализ данных. Их получение возможно из различных источников: отчетов руководства, опросов участников, новостных порталов, статистических характеристик посещаемости сайта, сообщества в социальной сети и т.д.

3. Оценка данных. После анализа данных необходимо сделать выводы о том, насколько эффективно работает информационное сопровождение деятельности молодежной организации на основе выбранных критериев.

4. Интерпретация результатов и разработка рекомендаций. Предложения по улучшению информационного сопровождения также могут быть разнообразными: от создания рассылки писем по электронной почте до разработки базы знаний.

5. Оценка эффективности реализации рекомендаций. На последнем этапе определяется, были ли они реализованы и привели ли к улучшению информационного сопровождения деятельности молодежной организации.

Таким образом, технология оценки информационного сопровождения должна основываться на комплексном анализе доступных данных и учете потребностей и интересов целевой аудитории. Качественное информационное сопровождение деятельности молодежных организаций позволит достичь высоких результатов в привлечении молодежи к участию в общественной жизни.

#### Список литературы:

Деменко А.Ю. Информационное сопровождение: проблема научного определения // Успехи современной науки и образования. 2015. № 1. С. 100-101.

Голобоков, А.С., Авадень Е.А. Роль молодежных общественных объединений в современной России. // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2017. Т. 6, № 2(19). С. 305-307.

#### УДК 658.5.011

#### КУРС ДЛЯ СТУДЕНТОВ «СОВРЕМЕННАЯ ФИЛОСОФИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТНЫМИ КОМАНДАМИ AGILE»

Корсаков Д. К. студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

korsakov21102002@gmail.com

Научный руководитель: Щеглов И.А., к.ф.н. доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, «Социальные и гуманитарные науки»

Agile представляет собой особый подход к управлению проектами, который способствует более эффективному и гибкому управлению процессом разработки программного обеспечения. Данный подход некоторые источники склонны рассматривать в качестве философии или системы ценностей, состоящей из 4-х элементов: люди, работающий продукт, сотрудничество с заказчиком и готовность к изменениям. В рамках Agile, разработка программного обеспечения происходит итеративно и инкрементально.

Команда разработчиков функционирует в небольших группах и в тесном контакте с заказчиком, что позволяет быстро реагировать на изменения в требованиях и пожеланиях клиента. Основной акцент делается на постоянную коммуникацию и сотрудничество между участниками проекта.

Философия Agile сформирована как альтернатива традиционным, более жестким подходам к управлению проектами, таким как Waterfall. Agile ориентирована на максимальное удовлетворение потребностей клиента и минимизацию рисков, связанных с разработкой программного обеспечения.

Подход Agile применяется в различных областях экономики, начиная от IT и заканчивая государственным сектором. Так, по данным отчета компаний “ScrumTrek” [1] и “Project Management Journal” [2], за 2018 и 2021 гг., все больше российских компаний берут себе на вооружение данную философию и частные методы, основанные на Agile, при этом показывая высокие результаты производительности и качества выпускаемой продукции. К таким компаниям относятся: Сбербанк, Яндекс, Ростелеком, Ozon, Mail.ru Group и многие другие.

В связи с растущей популярностью Agile автором был создан и апробирован проект курса для студентов, знакомящих их с этой концепцией. Актуальность разработанного курса, помимо широкого использования, обусловлена нетривиальностью предложенного подхода. Так, студент, попадающий на свою первую работу в компанию, использующую Agile, сталкивается с серьезной проблемой непонимания правил и регламента работы, что не позволяет ему в полной мере продемонстрировать свои профессиональные навыки. Предложенный курс призван решить эту проблему. В рамках курса изучаются как сам подход Agile, так и конкретные методы, например, Scrum и Kanban. В частности, после успешного прохождения курса студент будет знать обо всех особенностях работы команды, являющихся неотъемлемой частью рабочего процесса, о распределении ролей и полномочий каждой из ролей, а также сформирует для себя целостную картину рабочего процесса. С этими знаниями будет проще показать свои профессиональные навыки, что в свою очередь, окажет положительное влияние на старт карьеры молодого специалиста, не говоря уже про увеличение его продуктивности на протяжении всего времени работы.

#### Список литературы

1. Отчет об исследовании Agile в России 2021. URL: <https://scrumtrek.ru/blog/agile-scrum/7205/otchet-issledovanie-agile-v-rossii-2021/> (Дата обращения 15.04.2023)
2. Отчет об исследовании Agile в России 2018. URL: <https://pmjournal.ru/articles/biznes-stati/otchet-ob-issledovanii-agile-v-rossii-2018/> (Дата обращения 14.04.2023)

#### УДК 331.53

#### РОЛЬ УНИВЕРСИТЕТА В ТРУДОУСТРОЙСТВЕ СТУДЕНТОВ

Кравец П.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

pkravets081@gmail.com

Платонов Д.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

plato.work.172@gmail.com

Научный руководитель: Злотникова Е.В., к.п.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Профессиональный круг общения многих молодых специалистов, делающих первые шаги по карьерной лестнице, в большинстве случаев, состоит из ограниченного

списка персоналий. Их профессиональная коммуникация, чаще всего, не выходит за рамки своего факультета, университета или одной организации. Кроме того, многие молодые люди долгое время даже не задумываются о важности деловых знакомств, пока не приходит осознание упущенных возможностей.

В данной статье авторы решили затронуть проблему профессионального нетворкинга (eng. - networking), так как полагают, что этот инструмент может быть эффективен для развития карьеры как начинающих, так и опытных работников, а также достижения ими профессионального роста.

Нетворкинг можно определить, как деятельность, направленную на построение, поддержание и использование неформальных взаимоотношений, которые обладают потенциальной выгодой, связанной с профессиональной деятельностью путем добровольного предоставления доступа к личным ресурсам и максимизации общих преимуществ [1]. По своей сути нетворкинг – это построение и поддержание деловых отношений с людьми, которые могут способствовать взаимовыгодному информационному обмену, например, обмену идеями.

Наличие профессиональных знакомств является важным фактором успеха во многих отраслях. Знакомясь с людьми, являющимися специалистами в интересующей сфере деятельности или нацеленными в ней развиваться, можно получить множество преимуществ, например, предложение о трудоустройстве. Так, согласно проведенному еще в 2016 г. исследованию Л. Адлера выясняется, что 85% всех предложений по трудоустройству появляются именно благодаря нетворкингу [2].

Стоит отметить, что рынок труда молодежи является особым социально-демографическим сегментом российской экономики, подчиняющимся собственным закономерностям, которые необходимо учитывать в политике занятости. Так, согласно исследованию аналитиков банка Тинькофф, оказалось, что самым действенным способом найти первую работу является обращение за помощью к родственникам или знакомым. Этим способом воспользовались 1,1 млн человек, то есть каждый шестой выпускник. Сами обратились к конкретному работодателю с предложением о трудоустройстве - 887,5 тыс. вчерашних студентов, еще 770,5 тыс. соискателей искали работу путем изучения подборки опубликованных вакансий на специализированных сайтах [3]. Все это указывает на необходимость создания условий для приобретения и поддержания профессиональных контактов среди молодых людей.

С учетом того, что такие критерии как степень востребованности выпускников на рынке и труда и средний уровень их заработной платы до последнего времени учитывались при подсчете рейтинга университетов, многие из них сконцентрировались на создании условий для взаимодействия с потенциальными работодателями.

На сегодняшний день многие учебные заведения стремятся вовлекать студентов в процесс трудоустройства задолго до окончания обучения, используя при этом создание базовых кафедр, где происходит целенаправленная ориентация студентов на работу в конкретной компании, организацию ярмарок вакансий и дней карьеры, кроме того используется возможность прохождения практики в различных компаниях частного и государственного секторов с возможностью дальнейшего трудоустройства, оффлайн- и онлайн-встречи с представителями компаний, карьерные мастер-классы и встречи с экспертами.

Особое внимание в развитии профессиональных связей следует уделить клубам выпускников. Подобные клубы начали зарождаться во многих ВУЗах, есть такой и в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Задачи клуба выпускников весьма разноплановые, среди основных можно отметить: поддержание и развитие традиций университета и конкретных факультетов; организация взаимодействия между студентами и выпускниками,



укрепление их связи с университетом; установление коммуникаций между работодателями и ВУЗом; агитация и пропаганда достижений университета; становление и поддержание корпоративного духа среди студентов и т.д.

Все названные меры нацелены на расширение спектра карьерных возможностей студентов. Учебные заведения, в свою очередь, не только получают стабильно высокие показатели по трудоустройству своих выпускников, но и работают на поддержание своего собственного имиджа, необходимого для дальнейшего развития. Таким образом, роль университетов в трудоустройстве молодых специалистов весьма велика, так как ВУЗ не только формирует необходимые компетенции своих выпускников, он позволяет расширять профессиональный круг общения, что может существенно ускорить продвижение по службе и способствовать реализовать свой задуманных проектов.

#### Список литературы

1. Elfrink J.A., Woodruff G.S. Recruiting the best and the brightest: The role of accounting societies // *The CPA Journal*. 2008. V. 78. №. 2. pp. 68.
2. Adler L. New Survey Reveals 85% of All Jobs are Filled Via Networking // LinkedIn. 2016. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/new-survey-reveals-85-all-jobs-filled-via-networking-lou-adler/> (Дата обращения 21.04.2023).
3. Антонов С. Сколько выпускников вузов и ссузов сразу находит работу // Тинькофф журнал. 2022. URL: <https://journal.tinkoff.ru/bez-opyta-stat/> (Дата обращения 21.04.2023).

**УДК 378.147**

### **ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОЦЕНКИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФОСРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ ИНДИКАТОРОВ СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КОМФОРТНОСТИ)**

Оплетина П.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социально-гуманитарные науки»

[opletinapv@student.bmstu.ru](mailto:opletinapv@student.bmstu.ru)

Научный руководитель: Смульский С.В., д.пол.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социально-гуманитарные науки»

Экологические проблемы зачастую связаны именно с деятельностью человека. Технический прогресс, в условиях которого мы сейчас живем, не только облегчает нам жизнь, но и негативно влияет на экологическую обстановку. Поэтому изучение так называемого социально-экологического пространства городской среды, которое представляет собой сферу взаимодействия общества и природы, в границах которой человеческая деятельность становится определяющим фактором развития, является особенно важным, так как именно в городах сосредоточено более половины всего населения планеты [1].

Проанализировав различные подходы исследователей к изучению социально-экологического феномена [2], можно сделать следующий вывод: общим вектором для ключевых работ по исследованию социально-экологического пространства является попытка исследовать данный феномен в рамках системного подхода, рассматривая непосредственно взаимодействие природной среды и собственно социально-экологического комплекса, как системы, которая включает нескольких подсистем: культурную, социальную, и систему личности, а также его пространственную динамику и изменения социальных условий. Именно поэтому в настоящее время нет точной модели

описания социально-экологического пространства, так как оно напрямую связано с текущим историческим порядком, а его работа всегда основывается на анализе соответствующих социальных, исторических, дискурсивных и территориальных контекстов.

Примером текущей модели оценки социально-экологического пространства может послужить модель, разработанная общероссийской общественной организацией “Зеленый патруль” [3]. Деятельность данной организации оценена государством в значительной степени благодаря своему проекту по экологическому рейтингу субъектов РФ.

Применив данную модель на практике по отношению к г. Екатеринбург, выявились не только “слепые зоны” данной методологии, но и проблемы в различных сферах жизни жителей города. Так, в городе наблюдается явный недостаток внимания к сфере ЖКХ, так как большинство отрицательных событий были связаны с теми или иными неисправностями в домах. Также сфера “Образования и культуры”, которая выявила необразованность граждан в вопросах пожарной безопасности в лесах.

Таким образом, удалось выявить, что некоторые индикаторы, носящие обобщенный характер, не позволяют конкретизировать оценки, это, в свою очередь, повышает субъективность оцениваемого индекса. Также предложенная индексация не позволяет оценить, как фиксация выделенных индикаторов отражается на общем качестве системы. К тому же, такая индексация не позволяет комплексно оценить характер изменений социально-экологического пространства города, как системы. Следовательно, модель оценки социально-экологического пространства, созданная организацией “Зеленый патруль”, требует доработки используемых индексов таким образом, чтобы они могли наиболее точно описать текущее состояние города.

#### Список литературы

1. Калининкова М.В., Головина А.А. Социальная инфраструктура города как отражение качества физического пространства // Изв. Сарат. ун-та Нов. сер. Сер. Социология. Политология. 2020. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnaya-infrastruktura-goroda-kak-otrazhenie-kachestva-fizicheskogo-prostranstva> (Дата обращения 12.04.2023).
2. Лушникова О.Л. Социально-экологическое пространство городской среды: история изучения проблемы // XX Международная конференция памяти профессора Л.Н. Когана «Культура, личность, общество в современном мире: Методология, опыт эмпирического исследования» (Екатеринбург, 16-18 марта 2017 г.). Екатеринбург: УрФУ. 2017. С. 139-150.
3. Идеология, концептуальная модель и методология рейтинга // Зеленый патруль. URL: [https://greenpatrol.ru/sites/default/files/default\\_images/ner\\_prezentaciya\\_3mb.pdf](https://greenpatrol.ru/sites/default/files/default_images/ner_prezentaciya_3mb.pdf) (Дата обращения 12.04.23).

**УДК 316.77**

### **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ ИВЕНТ-АНАЛИЗА НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕДИАТЕКСТОВ**

Острожинская И.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

[airolimp@mail.ru](mailto:airolimp@mail.ru)

Научный руководитель: Галаганова С.Г., к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В условиях усложнения всех подсистем современного общества и ускорения общественных процессов возникает необходимость разработки инструментов

---

Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвященная 170-летию В.Г. Шухова

автоматизации методов анализа социальных явлений. Среди наиболее востребованных - метод ивент-анализа (*англ.* event – событие). В социально-гуманитарной науке он также называется событийным, или ситуационным, и применяется в качестве технологии анализа текстов. Исследователи выделяют четыре этапа данной аналитической процедуры: 1) составление информационного массива; 2) обработку информации и выделение ивентов; 3) подсчёт результатов; 4) сравнение полученных величин [1]. М.В. Новосёлов отмечает, что первый этап требует трудно формализуемой работы аналитика, поэтому автоматизировать его крайне сложно [2]. Что касается этапов, связанных с последующей обработкой отобранной информации, то здесь процесс автоматизации вполне реален.

В контексте социального анализа индикатором события является смена дискурсов пользователей в социальных сетях [3]. Другими словами, исследуя динамику изменения метрик, отражающих семантику медиатекстов во времени, можно предполагать наступление события. На сегодняшний день уже существуют инструменты, позволяющие фиксировать тональность текста с помощью технологии word2vec. Используя её, можно выявлять семантические характеристики медиатекстов. В контексте дискурс-анализа, технология word2vec может быть использована для определения семантической близости слов. Подобрав слова таким образом, чтобы они отображали изменения в области исследуемой ситуации, можно получить значения их взаимной семантической близости. Эти значения будут характеризовать смыслы, вкладываемые в медиатексты в определённый промежуток времени, и, соответственно, выступать в качестве сравниваемых метрик.

Для изучения изменения метрик с течением времени необходимо использовать средства информационного мониторинга. Для этого все полученные медиатексты разделяются на группы по временным промежуткам. На основе каждой группы формируется word2vec-модель, а затем вычисляются значения взаимной близости выбранных аналитиком слов. Полученные значения можно интерпретировать как вручную, с помощью методов визуализации, так и автоматически: значительные колебания показателей указывают на временные промежутки, во время которых произошли значимые изменения семантических характеристик медиатекстов, что, в свою очередь, демонстрирует наступление событий, рассматриваемых в процессе ивент-анализа.

Преимущества данного алгоритма заключаются, во-первых, в возможности эффективной обработки большого массива данных, во-вторых – в выявлении скрытых событий, не выявленных аналитиком.

Таким образом, несмотря на то, что автоматизировать все этапы ивент-анализа не представляется возможным, можно упростить работу аналитика на этапах выделения ивентов и их разметки. В рамках исследования социальной ситуации для их автоматизации можно использовать методы дискурс-анализа и информационного мониторинга, выполняемые с помощью статистических инструментов и технологии word2vec.

#### Список литературы

1. Мальцева А.В., Шилкина Н.Е., Махныткина О.В., Пономарёва К.В., Карпушкин А.Н., Осянкина К.С., Тюнина Т.В. Использование методики event-анализа для изучения процессов на рынке труда // Вестник евразийской науки. 2012. №3 (12). URL: <https://naukovedenie.ru/index.php?id=197> (Дата обращения 27.04.2023).
2. Новосёлов М.В. Горизонты социологического применения event-анализа // СГН. 2018. №1 (2). С. 497-506

3. Будыльский Д.В. Автоматизация мониторинга общественного мнения на основе интеллектуального анализа сообщений в социальных сетях: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.10. Брянский государственный технический университет. Брянск, 2015. 169 с.

#### УДК 304.444

### СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАК ИНСТРУМЕНТ ВСКРЫТИЯ СМЫСЛОВЫХ МАНИПУЛЯЦИЙ

Панов М.К., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана факультет «Социальные и гуманитарные науки»  
pmk19s005@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Ремарчук В.Н., д.ф.н, профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Основными свойствами смысла являются его контекстуальность - то есть, тот факт, что он существует не обособленно, а в рамках некоторого контекста и интенциональность - наличие заложенной в него автором целевой направленности [1]. Любое трактование смысла содержит эти два аспекта, а значит конкретный смысл может быть исследован исходя из этих характеристик. Таким образом, смысл - сущностное содержание феномена, неразрывно связанное с ним совокупностью контекста и интенции. Исходя из этих заключений, можно сделать вывод о том, что видоизменение одного из данных компонентов способно повлиять на изменение восприятия смысла реципиентом. Альтернатива основных составляющих смысла неизбежно повлечет за собой его искажение в сознании получателей, что позволяет манипулировать им. Таким образом, под манипуляцией смыслами принято понимать вид психологического воздействия, искусное исполнение которого ведет к скрытому возбуждению у другого человека намерений, не совпадающих с его актуально существующими желаниями, использующий в качестве инструмента воздействия, а также в качестве средства передачи смысловой контекст дискурса.

Наиболее распространенной формой представления информации в современном мире является текст. А смыслы являются одной из важнейших областей применения манипулятивных приемов и стратегий. Именно поэтому, в контексте исследования манипуляции смыслами необходимо особое внимание уделить исследованию текстовой информации на предмет наличия смысловой манипуляции.

Наиболее эффективным способом исследования текста относительно его смысловой составляющей и ее манипулятивности, является семантический анализ [2]. Основной целью смыслового анализа является формирование представления о содержании текста, через понимание связи отдельных смысловых единиц в рамках внутреннего контекста текста, внешнего контекста и интенции, вложенной в эти смысловые единицы автором. Получение представления об этих параметрах позволяет аналитику выделить логические и смысловые связи, анализ которых, позволяет делать выводы о манипулятивности. Однако, человеческий разум, как и процесс мышления являются слишком сложными системами, которые невозможно полноценно смоделировать, проанализировать и декомпозировать до мельчайших частей. Поэтому, важно заметить, что процесс семантического анализа, в отличие от других подходов к анализу текста, не работающих со смыслами, – не может быть до конца автоматизирован. Построение причинно-следственных и временных связей, анализ скрытых смыслов – эти задачи не решаются в рамках методов семантического анализа. Это обуславливает актуальность роли аналитика в исполнении семантического анализа, как исполнителя

функции контроля, и предъявляет к нему особые требования по объективности интерпретации результатов.

Семантический анализ направлен на представление смыслов, содержащихся в тексте в виде, подлежащем последующей обработке аналитиком, решая тем самым проблему комплексности смысла как объекта анализа. Получая данные по смысловому содержанию текста, представленные в форме, подразумеваемой конкретным методом анализа, аналитик получает возможность интерпретировать их относительно предполагаемой интенции автора, а также внешнего контекста. Это позволяет, на основе устанавливаемых аналитиком критериев, делать выводы о манипулятивности текста и содержащихся в нем смыслов.

Подобная “формализация” смыслов, хоть и не сохраняет их в полной мере, однако позволяет выделить необходимые в конкретном исследовании структурные элементы. Такой подход также интересен тем, что применение большинства методов семантического анализа может быть подвергнуто частичной автоматизации с использованием машинного обучения и нейросетевых технологий, что позволяет создавать системы, способные анализировать большие объемы информации, с участием человека-аналитика только в роли элемента контроля.

В общем виде, механизм вскрытия манипуляции смыслами на основе семантического анализа содержит в себе следующие логические элементы [3]:

1. Удаление избыточной информации
2. Выделение основных смысловых единиц
3. Исследование отношений и характеристик выделенных смысловых единиц (контекст, тональность, интенция автора)
4. Формирование связей между смысловыми единицами на основе полученных данных.
5. Получение выводного знания об объекте анализа и соотнесение его реальности.
6. Формирование выводов о манипулятивности объекта анализа.

Таким образом, семантический анализ представляет собой уникальный подход к выявлению манипуляций смыслами. Выделение смысловой составляющей текста и ее интерпретация на основе знаний и умений аналитика, позволяет эффективно исследовать манипулятивную информацию в ее наиболее распространенном виде - текстовом.

#### Список литературы

1. Васильев, А.Д. Игры в слова: манипулятивные операции в текстах СМИ. Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью Центр "Златоуст", 2013. С. 5-10.
2. Батура Т.В. Методы и системы семантического анализа текстов. // Международный журнал «Программные продукты и системы». DOI:12. 10.15827/2311-6749.21.220
3. Леонтьев Д.А. Психология смысла. Природа, строение и динамика смысловой реальности: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению и специальностям психологии. 3-е издание, дополненное. М.: Смысл, 2007. 510 с.

**УДК 004.93****FATDATA: СЕРВИС VI-АНАЛИЗА СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ И АНАЛИЗА ТЕКСТА**

Юников С.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана факультет «Социальные и гуманитарные науки»

unikormailgait.ru@mail.ru

Чжен А.О., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана факультет «Социальные и гуманитарные науки»

roll.work@list.ru

Научный руководитель: Муравьева Е.О., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В эпоху цифровизации информация о поведении пользователей становятся ценным ресурсом для множества исследователей. Появляется потребность в инструментах, которые позволят работать с огромными массивами данных и умеют их структурировать, визуализировать, собирать [1]. Поэтому исходя из нынешних тенденций был разработан сервис для VI-анализа социальных сетей студентами университета МГТУ им. Баумана, кафедры СГНЗ: “FatData”. Инструмент ориентирован на платформу ВКонтакте и помогает анализировать активность пользователей, их интересы и предпочтения, а также проводит расширенный анализ текста с использованием современных технологий и методов.

FatData призван решать следующие проблемы [2]:

- Изучение поведения пользователей с целью оптимизации маркетинговых стратегий, контент-стратегий, а также выявления общественных реакций.
- Анализ интересов и предпочтений целевой аудитории для понимания тенденций и оставления прогнозов.
- Расширенный анализ текста для извлечения инсайтов из больших объемов данных.

С развитием социальных сетей и ростом их аудитории стало важно изучать информацию о пользователях. Первые сервисы появились в начале 2000-х [3], но они были ограничены в своих возможностях и предоставляли лишь базовые статистические данные. С течением времени сервисы стали более продвинутыми и начали применять различные технологии для анализа данных, включая машинное обучение и алгоритмы обработки текста. В FatData были учтены недостатки сервисов предшественников и добавлены следующие современные функции [2]:

- Мониторинг активности пользователей: позволяет отслеживать активность пользователей в реальном времени.
- Анализ демографической информации: предоставляет данные о возрасте, поле, географии и других характеристиках аудитории.
- Анализ ключевых слов и хештегов: позволяет выявлять наиболее популярные и актуальные ключевые слова и хештеги.
- Сравнение аккаунтов и сообществ: предоставляет возможность сравнивать различные аккаунты и сообщества в социальных сетях, определяя их влияние и популярность.
- Определение лидеров мнений.
- Визуализация данных.
- Конструктор дашбордов: дашборд (от англ. dashboard – приборная панель) – это визуальное представление данных, сгруппированных по смыслу на одном экране для более легкого визуального восприятия информации [3]. С помощью этих дашбордов аналитики и маркетологи могут мониторить и изучать информацию в удобном и наглядном формате, что способствует принятию обоснованных решений и оптимизации маркетинговых стратегий.

FatData является мощным и гибким инструментом для VI-анализа социальных сетей, который будет полезен таким специалистам как:

- Маркетологи и менеджеры по продвижению: помогает определить интересы аудитории, их предпочтения и активность.
- Специалисты по контенту и SMM-менеджеры: позволяет определить популярные темы, форматы и тренды.
- Аналитики и исследователи: полезен для изучения социальных тенденций, демографических особенностей и поведения пользователей социальных сетей.
- Управленцы и предприниматели: позволяет лучше понимать аудиторию и ее предпочтения, что способствует принятию обоснованных решений в развитии бизнеса и управлении компанией.
- PR-специалисты и коммуникационные менеджеры: позволяет определить влиятельных пользователей и лидеров мнений.
- SEO-специалисты: позволяет провести SEO-оптимизацию и повысить видимость в поисковых системах.
- Академические исследователи: полезен для изучения социологии, психологии и других областей науки, которые рассматривают поведение и взаимодействие людей.

Разработанный инструмент объединяет множество функций и технологий, что позволяет проводить комплексный анализ данных и оптимизировать маркетинговые и контент-стратегии. В целом, сервис становится важным активом для любого, кто стремится извлечь ценную информацию из огромного объема данных, генерируемых пользователями социальных сетей, в частности ВКонтакте.

#### Список литературы

1. Масленко Д. Что такое метавселенная и почему все о ней говорят. Газета “РБК”. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/61449fa89a7947159f1df418> (Дата обращения 30.11.2022)
2. FatData - сервис VI-анализа социальных сетей и анализа текста. URL: <https://fatdataseo.ru/> (Дата обращения 23.04.2023)
3. Крупина В.В., Михаэлис С.И. Визуализация данных средствами дашбордов // Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами. 2019. № 2(3). С. 41-52.

**СЕКЦИЯ «ФИЛОСОФИЯ»****УДК 801.733****ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ГЕРМЕНЕВТИКИ:  
ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

Борычева А.А., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

annaborgycheva@mail.ru

Научный руководитель: Нехамкин В.А., д.ф.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Человечество в XXI веке переживает процесс, который начался еще в 80-е годы прошлого века: цифровую или компьютерную революцию с параллельно идущим стремительным ростом технологий. Подобные революционные трансформации неизбежно приводят к фундаментальным изменениям в философии и в философской герменевтике, связанным с основными функциями и задачами последней. Некоторые исследователи, такие как Ш. Ван Льюэн, Л. Гуо-Бреннан и Л. Уикс, рассматривают герменевтику как фактически самостоятельную науку, включающую в себя следующие направления: романтическая или консервативная герменевтика, феноменологическая, критическая, радикальная и философская герменевтика [1]. Однако данная классификация не учитывает всех особенностей современного общества и связанных с ними изменений функций герменевтики, что приводит к появлению новых ее видов.

Если говорить о функциях и объекте исследования герменевтики, то впервые герменевтический подход был использован древним человеком до появления языка и письменности в попытках толкования знаков и символов, содержащихся в сновидениях, действиях соплеменников. Подобную герменевтику можно назвать протогерменевтикой, а ее объектом выступал знак и образ. Яркой иллюстрацией последних является наскальная живопись, которую современные исследователи изучают и расшифровывают с использованием герменевтических методов в целях реконструкции реальности доисторического периода. Фактически протогерменевтику можно назвать визуальной, а в случае наскальной живописи – материально-визуальной. С развитием устной, а позднее – письменной речи, начиная с периода Античности, объектом герменевтических исследований становится текст и остается таковым фактически до конца XX века.

В период постмодерна, по словам Д. Айди, происходит слияние науки и герменевтики, следствием которого является изменение объекта исследования и функций современной герменевтики, при этом именно такую «синтетическую» герменевтику этот философ называет «расширяющейся» [2]. В этой связи мы можем отметить обоюдное влияние науки и герменевтики: наука получает дополнительные герменевтические методы исследования, а герменевтика распространяет свое влияние не только на тексты, но и на нетекстовую материальную область, к которой относятся, прежде всего, различные образы.

Д. Айди говорит о «технологически воплощенной науке» [2] – материально оснащенной инструментами, оборудованием и различными научными практиками, объекты которой можно сделать визуально воспринимаемыми. В этом случае исследование подобного объекта при помощи человеческих чувств является герменевтической практикой, так как исследователь занимается своего рода чтением визуального образа объекта, к которому можно отнести, например, всевозможные схемы и



диаграммы. Подобную герменевтику, используемую для исследования материального объекта, можно назвать «материальной или артефактуальной герменевтикой».

Расширяющаяся герменевтика позволяет заниматься исследованиями материальных объектов, а не только текстов, в различных естественных науках: географии, биологии, медицине и т.д. В этой связи Д. Айди говорит о том, что расширяющаяся или «артефактуальная» герменевтика должна понять и истолковать язык исследуемого объекта – артефакта. И для лучшего понимания этого языка, его герменевтической интерпретации используются методы вышеупомянутой технологически воплощенной науки [2]. В данном случае мы можем говорить о симбиозе науки (технонауки) и герменевтики (материальной герменевтики), направленной на перцептивное восприятие и интерпретацию языка объекта – артефакта.

Также в теорию расширяющейся герменевтики укладывается выделение Р. Капурро отдельного ее вида: цифровой герменевтики. Ее базовая функция – интерпретация и реализация цифрового кода в глобализированных обществах XXI века. Иными функциями цифровой герменевтики является исследование процессов, связанных с цифровой сетью на социальном уровне, с автономными системами интерпретации, коммуникации и взаимодействия (робототехника), а также со всеми видами гибридных биологических систем (бионика) и цифровыми манипуляциями на наноуровне [3].

Таким образом, мы можем сделать вывод, что современная герменевтика, отвечая на вызов нынешней технологически воплощенной науки и цифрового общества, меняет свои функции и предмет исследования, и становится по своей сути не только гуманитарной наукой, занимающейся интерпретацией текста, но и в симбиозе с естественными науками изучает материальные объекты, а, вернее, их визуальные образы.

#### Список литературы

1. Van Leeuwen Charlene A., Guo-Brennan Linyuan, Weeks Lori E. Conducting Hermeneutics Research in International Settings: Philosophical, Practical, and Ethical Considerations // *Journal of Applied Hermeneutics*. 2017. № 7(7). pp. 1–23. URL: <https://journalhosting.ucalgary.ca/index.php/jah/article/view/53309> (Accessed 14.03.2023).
2. Ihde D. *Expanding hermeneutics: Visualism in science*. Evanston (Ill.): Northwestern university press, 1999. 216 p.
3. Capurro R. Digital Hermeneutics: an Outline // *AI&Society*. 2010. № 35 (1). pp. 35–42. URL: <http://www.capurro.de/digitalhermeneutics.html> (Accessed 26.03.2023).

#### УДК 141.5

#### **ЧЕЛОВЕК В ЦИФРОВОМ ОБЩЕСТВЕ: СОЦИАЛЬНЫЙ АСПЕКТ**

Кузнецова А.В., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

[Ane4kakuznezova@mail.ru](mailto:Ane4kakuznezova@mail.ru)

Научный руководитель: Ореховский А.В., к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В настоящее время в мире продолжается активное развитие цифрового общества с присущими ему чертами техно-социальной жизни, ставшими результатами внедрения информационно-коммуникационных технологий. В цифровом обществе упрощаются социальные взаимодействия, повышается информационная открытость, снижаются издержки периферийности.

Наша жизнь перешагнула физические границы, став гибридом физического и виртуального пространств в их взаимодействии. Но в отличие от реального пространства, виртуальное характеризуется гораздо большей социальной неопределенностью – и в силу своей динамики, и в силу принципиальной безграничности, и в силу наличия большего разнообразия возможностей коммуникации [1]. Однако всеобщая цифровизация влечет за собой также ряд проблем.

Одна из них – неконтролируемое воздействие технологий на людей. Вследствие повышения доступности информации, что бесспорно является и достоинством цифровизации общества, расширяются и возможности влияния на человека. Увеличиваются возможности нейросетей, способных создавать удивительные реальные изображения, видео и звуки, полностью изменяя существующую реальность. Голограммы становятся мировыми звездами, «гастролируя» (с помощью Интернета) по миру. Виртуальная реальность не просто дополняет, она заменяет реальность физическую, увеличивая возможность манипуляции массовым сознанием.

Благодаря становлению технологий развивается скорость передачи информации, изменяя и скорость течения процессов в науке, культуре, быте. Человек не всегда способен пережить этот бешеный темп потока информации, требующий перманентного развития и адаптации, что приводит нас к следующей проблеме, порожденной цифровым обществом – дебиологизация человека. Тело воспринимается как физическая оболочка, с которой можно произвести любые манипуляции, тогда как дух и душа моделируются посредством влияния извне социальных сетей и других источников информации [2].

В настоящее время развиваются и новые подходы к осознанию человеком самого себя. В качестве примера можно привести идеи трансгуманизма, который утверждает не только ценность отдельной жизни, но и возможность безграничного развития личности с помощью нано-, биологических, информационных и когнитивных технологий (НБИК). Трансгуманистов интересует и вопрос продолжительности человеческой жизни, которую возможно увеличить не только за счет биологических модификаций, но и с помощью перемещения сознания в искусственный интеллект. Отсюда и название данного направления – иммортализм.

Будущие проблемы, с которыми может столкнуться человечество, еще в 2002 году описал Ф. Фукуяма в работе «Наше постчеловеческое будущее: последствия биотехнологической революции» [3], в которой он раскрыл четыре биотехнологических пути, ведущих в постчеловеческое будущее: расширение знаний о мозге и биологических основах человеческого поведения, нейрофармакология и манипулирование эмоциями и поведением, продление жизни, генетическая инженерия. Ф. Фукуяма обращал внимание на (не)этичность подобных исследований, полагая, что они угрожают в первую очередь самым незащищенным группам – не рожденным и маленьким детям, смертельно больным, старикам и инвалидам. Технологическое увеличение свободы в вопросах манипулирования рождением, жизнью и смертью человека, приводит нас к постчеловеческому будущему.

Таким образом, от редукции человека к телу в постмодерне и от искусственного реконструирования его в постпостмодерне, мы переходим к биотехническому конструированию постчеловека. Отношение к человеку, как к существу разумному ныне может быть пересмотрено, так как разумность – теперь свойство и машины, искусственного интеллекта, необремененного проблемами высших ценностей или этики. Такой явный перевес в пользу искусственного перед естественным может содержать в себе зачатки угрозы приоритета машины над человеком. Значит, проблема человека сегодня приобретает дегуманистическую направленность.

## Список литературы

1. Белинская Е.П. Человек в информационном мире // Социальная психология в современном мире: сборник статей. М.: Аспект пресс, 2002. С. 257 – 271.
2. Рюмина М.Т. Цифровое общество и проблема человека // Научно-исследовательские исследования. 2020. № 2. С. 79 – 89.
3. Фукуяма Ф. Наше постчеловеческое будущее: последствия биотехнологической революции. М.: АСТ МОСКВА, 2008. 349 с.

## УДК 13

**СОЦИАЛЬНО-ФИЛОСОФСКИЙ АНАЛИЗ БЛАГОТВОРИТЕЛЬНОГО ЭКСТРЕМИЗМА**

Мусаев Д.В., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

dish.2018@mail.ru

Научный руководитель: Иноземцев В.А., д.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Осуществляя академическую «расшифровку» обобщающего термина «экстремизм», отечественный исследователь В.Ю. Соколов под экстремизмом предлагает понимать деструктивные действия, наносящие общественный, государственный, групповой или индивидуальный вред. Они характеризуются высокой степенью опасности со стороны субъектов, осуществляющих данные действия, что обуславливает необходимость государственного и общественного контрольно-надзорного действия.

При этом, В.Ю. Соколов соглашается с тем мнением, что выделить единый подход в терминологическом понимании экстремизма, не представляется возможным, тогда как в настоящее время существует необходимость теоретико-методологического анализа самих явлений экстремистской деятельности. Обуславливается данная необходимость тем, что в современном, быстро изменяющемся глобальном пространстве, происходит усиление дисфункций социального сознания. Указанное обстоятельство становится причиной повышения экстремистской индивидуальной или групповой деятельности [1].

Анализируя современную тенденцию в области развития отечественной и зарубежной системы благотворительности, следует обратить внимание на сформировавшийся социальный пласт субъектов, выступающих с провокационными, агрессивными предложениями и действиями, противоречащими национальному законодательству, общественной традиции и морали. Исходя из сформировавшегося социального явления, автором работы в 2019 г. введен в академический оборот термин «благотворительный экстремизм», как социально-философская категория, требующая полноценного содержательного осмысления. Кроме того, нами отмечено, что социальное явление, отраженное в данном понятии, представляется на сегодняшний момент достаточно опасным для индивидуальной и общественной безопасности [2].

Автор полагает, что под благотворительным экстремизмом следует понимать индивидуальное или групповое; частное, общественное или государственное действие (или бездействие), нарушающее существующее национальное и международное гуманитарное законодательство, наносящее прямой или косвенный ущерб жизни и здоровью человека; а также уничтожающее право индивида на жизнь.

Рассматривая действия, которые могут быть квалифицированы в качестве действий экстремистского характера в благотворительной сфере, стоит обратить внимание на толкование автора, данное в статье «Charity Extremism: concept, essence and classification»,

опубликованной в журнале Международного университета «Ала-Тоо» в 2022 г. К данным характеристикам можно отнести [3]:

- Действия (или бездействие) органов государственной власти, не обеспечивающих защиту жизни и здоровья индивида.
- Действия (или бездействие) членов некоммерческих организаций, препятствующих к установлению законных интересов нуждающихся категорий граждан.
- Действия сетевых сообществ, осуществляющих лоббирование интересов благотворительных фондов; закрытие частных сборов; создающие прямую или косвенную угрозу жизни и здоровью нуждающихся категорий граждан.
- Автономные субъекты, осуществляющие деятельность по дискриминации нуждающихся категорий граждан и препятствующие их законным интересам.

Подводя итоги данной статьи, исследователь отмечает важность актуализации теоретико-методологических и практических вопросов, связанных с переосмыслением понимания современной сетевой благотворительной деятельности, а также – содержательного наполнения понятия «благотворительный экстремизм». Актуализация данной проблематики связана с необходимостью комплексного исследования вопросов, связанных с новым социальным явлением, что предполагает формирование необходимых академических инструментариев оценки явления. Важность такого междисциплинарного анализа позволит осуществить действенную академическую, содержательную трансформацию феномена «экстремизм», что обуславливается продолжающейся «текучестью реальности».

#### Список литературы

1. Настуев Э.Б. Экстремизм и терроризм: дифференцированный подход к соотношению понятий // Образование и право. 2021. № 6. С. 330–335. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekstremizm-i-terrorizm-differentsirovannyy-podhod-k-sootnosheniyu-ponyatiy> (Дата обращения 06.04. 2023).
2. Мусаев Д.В., Протонина Д.Д. «Благотворительный» экстремизм // XVI Всероссийской очно-заочной научной конференции «Современные дискурсы социологической теории и практики»: материалы конференции. М.: Изд-во «Спутник +», 2019. С. 133 – 136.
3. Musaev D.V. Charity Extremism: concept, essence and classification // Alatoo Academic Studies. 2022. № 3. С. 386 – 394.

#### УДК 304.44

#### МИФИЛОГЕМА БАШНИ В ОБЩЕСТВЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ

Сонина Л.А., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

lidija\_sonina@mail.ru

Научный руководитель: Багдасарьян Н.Г., д.ф.н., профессор.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Tonight in Babylon  
Gonna be a revolution,  
The change is gone and come.  
(B. Adams Babylon)

Высотные здания все чаще становятся объектом исследователей социогуманитарных наук: от попыток герменевтического понимания социологами архитектуры,

фаллической интерпретации искусствоведов, исследований архитектуры как манифестации коллективного бессознательного до выявления влияния высотности застройки на психику индивида [1].

Одно из первых упоминаний высотного строительства отсылает к упоминаемой в Библии Вавилонской башне. Сама попытка человечества возвести башню «от\до неба» осуждается еще в религиозных текстах. Так, в V в. Бл. Августин, обличает «нечестивую гордость» Нимрода, строителя башни, а также рассматривает земной Вавилон (обитель греха и порока) антагонистом Небесного Иерусалима. (Бл. Августин. О Граде Божиим. Кн. 16, гл. 4).

Историк Иосиф Флавий в «Иудейских древностях», объясняет строительство башни как высокомерный акт неповиновения Богу по приказу тирана Немрода (Нимрода): «начали строить страшной высоты башню, чтобы при помощи ее взойти на небо. Боги, однако, послали ветры, сокрушили башню» (И. Флавий. Иудейские древности. Гл. 4:3).

Чем является высотка в современной культуре: пространством, гомогенизирующим общество или местом фундирования потребительского неравенства? В ответе на этот вопрос можно обратиться к кинематографу, как к самой популярной креативной индустрии современности.

В 1927 году выходит немой кинофильм «Метрополис» 1927 г. Ф. Ланга, краткий синопсис которого можно сформулировать следующим образом: этаж, на котором проживает человек, определяется его статусом. На нижних, подземных этажах, проживают рабочие, обслуживающие башню, на верхних – условный вебленовский «праздничный класс», занимающий лучшие места и посещающий «райские сады». Утопия, снятая по сюжету Т. Харбоу, заканчивается ожидаемой революцией рабочих, громящих «адскую» обслуживающую высотку машину.

Кинолента «Высотка» Б. Уитли 2015 г., снятая почти столетие после «Метрополиса», имеет очень сходный сюжет. Многоэтажное здание со всей возможной инфраструктурой (от магазинов до бассейнов) метафорично иллюстрирует сам социум. На нижних этажах – дешевые квартиры, поселиться на них может практически каждый. С повышением этажности экспоненциально растет стоимость жилья. Более того, апартаменты на высоких этажах продают людям, отвечающих не только имущественному цензу, но и статусному. Развязка фильма трагична: накопив некоторое количество технических ошибок, башня начинает переставать поддерживать сложную внутреннюю инфраструктуру, что приводит к аномичности социума.

Выйдя за контекст культурологического анализа, стоит рассмотреть социально-экономический аспект. В СССР (впрочем, как и во многих других странах) массовое строительство высокэтажных зданий связывают с послевоенной урбанизацией, катализатором которой стало стремление трансформировать образ города, массовая миграция людей из сельских районов, проблема доступности инфраструктуры. Идея высотного здания как социального пространства для индоктринации определенной идеологии достаточно популярна [2]. Миниатюрная версия социального «плавленного котла», нивелирующего отдельные острые углы коалинга большого числа людей.

Подводя итоги, стоит отметить некоторые современные социальные реалии. Так, стоимость квадратного метра жилья, например, в Москве меняется в зависимости от этажа, и разница может составлять до 40% в одном и том же объекте (авторская оценка по данным портала [cian.ru](http://cian.ru)). А по данным социологических исследований, свыше трети москвичей считают высотность застройки одной из ключевых проблем градостроительства [3].

## Список литературы

1. Маленко С.А. «Забороведение» Валерия Савчука: размышления о пределах цивилизации и возможностях человека // Вопросы философии. 2023. № 2. С. 60–67. DOI 10.21146/0042-8744-2023-2-60-67.
2. Нестерова Т.П. К вопросу о гомогенном обществе: исторический опыт тоталитарных режимов и современная демократия // Научный диалог. 2014. № 5 (29). С. 60 – 67.
3. ВЦИОМ. Новости: Москва: перемены и тренды (wciom.ru). URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/novaja-moskva-peremeny-i-trendy> (Дата обращения 20.03.2023).

**УДК 304.9****РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПАРАДИГМЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ**

Соседко К.А., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

ksenya-1991@bk.ru

Научный руководитель: Ивлев В.Ю., д.ф.н., профессор.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В XXI веке во всех сферах общественной жизни ключевую роль играют информационные технологии, и система образования как крупная подсистема социальной сферы не стала исключением.

В условиях непрерывно обновляющегося потока данных, требующих учета и систематизации, система образования должна претерпеть ряд изменений. Теперь её основная задача заключается не только в подготовке высококвалифицированных специалистов в различных областях знаний, но и в формировании специалистов с активной гражданской позицией, которые с помощью своих знаний, умений и лидерских качеств смогут развивать перспективные направления становления российского общества. Чтобы достичь такого многофункционального уровня, в систему высшего образования должны быть внедрены новые, более интерактивные методы и подходы преподавания, что предполагает создание новой системы образования в России.

Создать новую систему образования невозможно без разработки парадигмы образования, описания ее философских оснований и категорий. Понятие «парадигма» было введено в научный и философский оборот Т. Куном в 60-70-е годы XX века. В переводе с греческого оно обозначает «образец», «пример», «модель». Парадигма с точки зрения педагогики – это исходная концептуальная схема, модель, разновидность постановки проблемы и ее решения в области обучения и образования [1].

В педагогике начала XX века можно выделить три парадигмы – радиоцентрическую, антропоцентрическую и теоцентрическую, последняя из которых в связи с изменением политического строя в России не нашла своего продолжения в советской системе образования.

Радиоцентрическая и антропоцентрическая парадигмы в свою очередь дали начало четырем ведущим парадигмам образования конца XX – начала XXI века: когнитивной, личностно-ориентированной, функционалистской и культурологической. Наиболее распространенной в России была когнитивная парадигма, в которой образование связывается только с познанием на основе мышления.

В начале XXI века можно проследить преемственность развития парадигм образования, но с акцентом на профессиональное обучение. Выделяют 6 парадигм

профессионального образования: культурно-ценностная парадигма, академическая парадигма, профессиональная парадигма, технократическая парадигма, гуманистическая парадигма и компетентностная парадигма [2].

Вышеперечисленные педагогические парадигмы охватывают существенную часть действительности и отражают насущные потребности общества в целом и образования в частности. При этом ни одну из образовательных парадигм нельзя полностью игнорировать и не брать во внимание при разработке стратегии развития образования.

Несмотря на огромное количество парадигмальных моделей, предложенных философами, социологами, педагогами, выбор наиболее приемлемой для общества образовательной парадигмы является длительным и сложным процессом, который должен учитывать множество аспектов, таких как уровень развития общества, его культура, наука и техника.

Д. Белл, А. Субетто, Э. Тоффлер, рассматривая образование как базовую социальную ценность, характеризуют общество XXI века как общество образования [3]. Таким образом, с нашей точки зрения, образование является важнейшей подсистемой социальной сферы и имеет высший приоритет в системе государственных целей, поэтому необходимость разработки образовательной парадигмы для создания новой системы образования в РФ является неоспоримой.

#### Список литературы

1. Тарасова О.И. Каноны и парадигмы образования. URL: <https://elibrary.ru/article/n/teoriya-anomii-e-dyurkgeyma-i-sovremennost> (Дата обращения 10.04.2023).
2. Мокрецова Л.А., Попова О.В., Волкова Н.В., Громогласова Т.И., Манузина Е.Б., Швец Н.А., Довыдова М.В., Дудышева Е.В., Романова Л.А., Гаврутенко Т.В. Педагогика XXI века: смена парадигм: коллективная монография в 2 томах. Том 1 / под общ. ред. проф. О.В. Поповой; Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина. Бийск: ФГБОУ ВО «АГГПУ», 2019. 396 с.
3. Зборовский Г.Е., Шуклина Е.С. Социология образования: Задачи и парадигмы // Высшее образование в России. 2006. № 1. С. 131–138.

#### УДК 304.9

#### ЦИФРОВОЕ ОБЩЕСТВО: ИСТОКИ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Швайгердт И.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

shvaigerdt03@mail.ru

Научный руководитель: Антипина А.С., к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В настоящее время словосочетание «цифровое общество» прочно вошло в нашу жизнь и используется как в научном дискурсе, так и в повседневном общении. Специалисты многих сфер – философии, социологии, экономики – обращаются к нему, но суть данного понятия по-прежнему остается не проясненной [1].

Нужно отметить, что с древнейших времен люди использовали число в своих попытках познать мир. При этом на Востоке математика носила прикладной характер: в Древнем Египте и Месопотамии арифметические знания возникали из отношений обмена, геометрические – в процессе земледельческой практики. Качественный скачок в развитии математики происходит в Античности, она впервые приобретает абстрактно-

теоретическую форму: цель в том, чтобы сформулировать задачу и её решение самым общим образом, безотносительно к конкретной области. На смену рецептурному знанию приходит система логических доказательств. Среди античных философов были разные точки зрения на проблему измеримости мира: Пифагор с идеей сакральной природы числа и определенных свойств, связанных с каждым отдельно взятым числом; атомисты, напротив, считающие геометрические объекты не умоглядными сущностями, а материальными телами, состоящими из атомов (математическое здесь вторично по отношению к физическому); Платон с рассмотрением чисел как эйдосов, т.е. принципов и начал вещей, благодаря которым последние обретают смысл и бытие; Аристотель, утверждающий, что математика есть знание, отвлеченное от вещей, но не изучение идеальных сущностей, существующих независимо от предметного мира [2].

Применительно к философии Нового времени можно говорить о дальнейшем развитии двух основных трактовок природы математики – религиозно-идеалистического и материалистического по своей сути: в рационализме математика есть наиболее достоверное основание всякого знания, тогда как эмпиризм будет стремиться вывести ее из опыта. В XX веке небывалого развития достигает алгебра, происходит алгебраизация всей математики, что связано, в первую очередь, с повсеместным использованием ЭВМ и компьютеризации человеческой деятельности. Сегодня, когда наша жизнь оказывается связана с информацией, мы ежедневно поглощаем ее в колоссальных объемах и в не меньших создаем, можно наблюдать огромное количество межсоциальных и межкультурных связей у каждого отдельного человека. Чтобы описать этот мир – мир, подчиненный сетевому принципу, была выбрана булева алгебра, основанная на двузначной логике. Здесь кроется, по нашему мнению, один из важных аспектов современности, ведь именно к описанию мира на языке единиц и нулей мы все более устремляемся.

На наших глазах происходит глубинная трансформация всех сфер общественной жизни, из аналогового формата информация все чаще переводится в цифровой. Но может ли понятие «цифры» дать понимание глубины отношений и взаимосвязей в обществе? «Число», полагаем, способно более полно отражать Вселенную и наше положение в ней – в отличие от конечного цифрового мира. Число многогранно и плотно вплетено в нашу повседневную жизнь, «цифра» же ведет ко все большей виртуализации мира. Так почему же мы пришли от «числового» мира к «цифровому»? Кроется ли причина в нашем нежелании перейти к более сложному и полноценному описанию общества? Чтобы ответить на этот вопрос, полагаем, необходима дальнейшая содержательная рефлексия происходящих технологических и мировоззренческих трансформаций современного общества. Ключевыми вопросами, при таком анализе должны стать следующие: возникновением каких новых рисков как правового, так и мировоззренческого содержания чревата цифровая трансформация общества? Какие сферы социальной жизни потенциально подлежат оцифровке и как в целом меняются социальные практики посредством цифровых технологий? К чему приводит гибридизация онлайн- и офлайн-пространств?

Уже сейчас можно заметить все большее слияние общества с цифровыми технологиями: практически любая повседневная деятельность так или иначе связана с взаимодействием человека и электронно-информационного устройства – смартфона, персонального компьютера. Общение стало доступнее, но вряд ли «живее», досуг проводится людьми в виртуальных мирах компьютерных игр, процесс образования также все больше переводится в цифровой формат. В связи с развитием современных нейросетей сегодня все чаще говорят о том, что ИИ в ближайшее время вытеснит человека из целого ряда творческих профессий, сделает их ненужными. Возникает вопрос:



не станет ли человечество придатком к созданным им самим технологиям, не превратится ли в обслуживающий персонал и стоит ли в этой связи опасаться деградации человека как вида, к которой, как ни парадоксально, может привести пик научно-технического прогресса?

Подводя итог, можно сказать, что цифровое общество – это такая форма социального порядка, в которой все ключевые связи выстраиваются с помощью цифровых сервисов интернет-коммуникаций, а ежедневное использование информационных технологий тесно связывает человека с достижениями науки и техники [3]. При этом в ходе анализа данного общества следует рассматривать каждого отдельного индивида не только как активного пользователя средствами компьютеризации, но и постоянного участника развития этих средств – причем со слабопредсказуемыми последствиями этого влияния.

#### Список литературы

1. Добринская Д.Е. Что такое цифровое общество? // Социология науки и технологий. 2021. Т. 12. № 2. С. 112–129.
2. Усманова Л.Т., Сомов Д.С., Казаков М.К. К вопросу об исторических и философских истоках цифровой реальности // КАНТ. 2021. № 41. С. 213–218.
3. Тихонова С.В., Фролова С.М. Цифровое общество и цифровая антропология: трансдисциплинарные основания социально-эпистемологических исследований // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Философия. Психология. Педагогика. 2019. Т. 19. № 13. С. 287–290.

## **РАЗДЕЛ «СПЕЦИАЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»**

### **СЕКЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И РАКЕТЫ-НОСИТЕЛИ»**

#### **УДК 629.7.01**

#### **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ ЛЕГКОГО КЛАССА С МНОГОРАЗОВОЙ ПЕРВОЙ СТУПЕНЬЮ**

Акимов А.Е., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

kreys4@gmail.com

Научный руководитель: Соболев И.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В мире с каждым годом увеличивается количество малых спутников (до 1 тонны) запускаемых на низкую околоземную орбиту и солнечно-синхронные орбиты. Основной рост вызван развертыванием странами и частными компаниями многоспутниковых орбитальных группировок. По прогнозам консалтинговых агентств и анализу открытых источников, в мире до 2030 года будет запущено от 8 до 36 тысяч спутников, что в несколько раз превышает количество всех спутников на орбите сейчас. Основные проекты таких группировок: “Starlink”, “OneWeb”, “Project Kuiper”, “Gaowan”, “Сфера”.

Так как подобные группировки спутников находятся на низких орбитах, срок их существования не превышает 5-7 лет. Поскольку время вывода всех спутников группировки также занимает от 5 до 7 лет, возникает задача по восполнению выходящих из строя спутников. Для запуска всех группировок планируется использовать ракеты носители (РН) среднего или тяжелого класса.

Выход из строя спутников будет происходить неравномерно и с элементами случайности. Также, из-за нахождения спутников в разных орбитальных плоскостях, будет практически невозможно и экономически неэффективно восполнять подобные единичные потери спутников с помощью РН среднего и тяжелого классов.

Для восполнения подобных группировок наиболее рациональным представляется использование РН легкого класса с многоразовой первой ступенью. Их применение позволит точно восполнять выбывшие спутники на определенных наклонениях орбит, а применение технологии многоразовости на первой ступени позволяет существенно увеличить частоту запусков. Также возможно применение РН легкого класса для выведения группировок спутников при условии, что масса каждого КА будет около 50 кг, что соответствует массе спутников в проекте российского космического интернета.

В ходе работы был проведен анализ существующих и проектируемых РН легкого класса, а также РН с технологиями многоразовости.

Были сформулированы основные технологические и схемные решения, используемые в различных проектах, а также выбраны сочетания наиболее рациональных параметров для применения РН к поставленным задачам. Из основных технологических особенностей современных РН можно выделить: использование многодвигательных установок на первой ступени, применение 3D-печати при производстве элементов конструкции, высокая автоматизация предстартовых операций, применение композитных материалов.

В процессе работы проведен расчет и анализ различных схем возвращения, в ходе которого было принято решение использовать ракетодинамический способ возвращения первой ступени. Для варианта ракетодинамической посадки был проведен анализ траекторий возвращения и выбраны оптимальные параметры РН на основе адаптированной методики разработки [1, 2].

Для различных вариантов траектории снижение полезной нагрузки (ПН) составляет от 25% (посадка по трассе пуска) до 40 % (возвращение к месту старта). Несмотря на снижение ПН, многоразовость позволяет обеспечить высокую частоту и оперативность пусков, необходимую для непрерывной работы многоспутниковых группировок. Также было показано, что при наличии постоянного потока ПН использование частично многоразовой РН оказывается выгоднее одноразовой РН.

Результаты этой работы могут быть применены как при разработке РН с многоразовой первой ступенью легкого класса, так и для РН более тяжелых классов.

#### Список литературы:

1. Мухамедов Л.П. Основы проектирования транспортных космических систем. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. 266 с.
2. Кузнецов Ю.Л., Украинцев Д.С. Анализ влияния схемы полёта ступени с ракетно-динамической системой спасения на энергетические характеристики двухступенчатой ракеты-носителя среднего класса // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2016. Т. 15, № 1. С. 73-80. DOI: 10.18287/2412-7329-2016-15-1-73-80

#### УДК 629.733.33

### КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СТРАТОСТАТА С ВОДЯНЫМ ПАРОМ КАК СРЕДСТВА ДЛЯ ЗАПУСКА РАКЕТ

Гомес Жан Пухоль Ф.Э., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ  
zhanpujol.104@gmail.com

Диас Осихиан Х.Э., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ  
jorge.diaz2532@gmail.com

Научные руководители: Головнин А.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Дюстер Е.А., к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Один из вариантов космических запусков – это запуск из стратосферы, при котором ракетам не приходится преодолевать участок очень плотной атмосферы. В результате этого снижается нагрузка на сам аппарат. Особенность таких запусков открывает более широкие возможности в плане выбираемого масштаба. Для этой цели использовались самолеты и стратостаты, наполненные гелием. В этой работе представляется концепция, согласно которой стратостат наполняется чистым водяным паром и гелием на земле, так чтобы он поднялся на высоту запуска.

Исследование специалистов из Финляндии, посвященное использованию стратостатов как средства для запуска ракет, показывает, что нанесение на оболочку стратостата изоляции позволяет уменьшить поверхностное охлаждение и уменьшить

относительное количество необходимого пара [1]. Запуск заполненного на земле стратостата является перспективным и надежным методом выведения полезных нагрузок, таких как ракеты или спутники, на большую высоту.

Водяной пар является мощным подъемным газом. Его грузоподъемность обусловлена более низкой молекулярной массой (18 против 29 у воздуха), что дает выигрыш в подъемной силе в 1,6 раза при прочих равных условиях. При нормальных условиях водяной пар +100°C обладает 51% грузоподъемности вакуума, в то время как ненагретый гелий – 86%. Водяной пар рассматривался в качестве подъемного газа уже 200 лет назад и впоследствии несколько раз предлагался для стратостатов и дирижаблей.

Проанализированы два варианта реализации аэростата с водяным паром [2,3]. По первому варианту для осуществления полета оболочку аэростата наполняют посредством стационарного парогенератора перегретым водяным паром и гелием. При этом дополнительно повышается грузоподъемность аэростата, приходящаяся на гелий за счет составляющей от теплового расширения, в  $393,16\text{K}/293,16\text{K}=1,34$  раза. Во время полета воздушного шара для увеличения высоты его полета включают собственный парогенератор и дополнительно вырабатывают необходимое количество перегретого пара.

Другим полезным качеством водяного пара является его высокая теплоемкость. При выработке перегретого водяного пара происходит фазовый переход воды из жидкого в газообразное состояние, теплоемкость которого составляет 85% от всей потребляемой теплоты. Для передачи одного и того же количества тепла надо пропустить через парогенератор ориентировочно в 400 раз меньше водяного пара, играющего роль теплоносителя, по сравнению с гелием при его непосредственном нагреве. Обоснован пример осуществления предлагаемого теплового аэростата: с использованием промышленного парогенератора UPE-1000 ориентировочное время заполнения стандартного аэростата АХ-7 составляет 38 мин.

По второму варианту предлагается отказаться от использования горелки и топлива к ней во время полета за счет использования скрытой теплоты парообразования водяного пара. Оболочка разделена на две камеры, наружную и внутреннюю. На пусковой установке наружную камеру наполняют гелием, а внутреннюю – перегретым водяным паром. Во время полета при необходимости компенсировать остывание гелия открывают кран соединительного патрубка, в результате чего часть перегретого водяного пара перемещается из внутренней камеры в наружную. В результате теплообмена с поступившим перегретым водяным паром гелий в основной камере нагревается и расширяется, увеличивая подъемную силу воздушного шара. Образовавшуюся при остывании и конденсации перегретого водяного пара и накапливающуюся в водосборнике в нижней части камеры воду отводят наружу как балласт.

Использование аэростатов на водяном паре не ограничивается только запуском ракет, а может быть использовано также в туризме и для других целей.

#### Список литературы

1. Исследование, посвящённое стратостату. Запуск ракет в космос с использованием воздушных шаров. URL: <https://aboutsacejournal.net> (Дата обращения 11.05.2021).
2. Головнин А.А. Воздушный шар. Патент № RU, 2 766 026, С1, МПК, В64В 1/40 (2006.01), В64В 1/62 (2006.01): № 2021129691: заявл. 12.10.2021: опубл. 07.02.2022. 11 с.
3. Головнин А.А., Бондаренко Н.А., Гаврилов А.А. Воздушный шар. Патент № RU, 2 766 027, С1, МПК, В64В 1/40 (2006.01), В64В 1/62 (2006.01). № 2021129693: заявл. 12.10.2021: опубл. 07.02.2022. 12 с.

**УДК629.787**

**КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ СВЯЗИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ В РАМКАХ МИССИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ СПУТНИКА САТУРНА – ЭНЦЕЛАДА**

Головин А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Гусева Н.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

[gusnatet@yandex.ru](mailto:gusnatet@yandex.ru)

Егорочкин К.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Научный руководитель: Майорова В.И., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В работе представлена концепция создания системы связи космических аппаратов в рамках миссии по изучению спутника Сатурна - Энцелада, разработанной студентами международного коллектива – участниками Международной молодежной научной школы “Исследование космоса: теория и практика”. Организатор научной школы – МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В рамках миссии планируется отправить к спутнику космический аппарат, состоящий из следующих модулей: орбитальный модуль с научной аппаратурой для долгосрочного изучения спутника, посадочная платформа, содержащая плавильную установку и подлёдного робота, предназначенного для изучения характеристик воды внутри Энцелада, и ровер для контактного исследования спутника.

Цель проекта - оценить осуществимость миссии к Энцеладу с использованием современных и перспективных технологий, разработать концепции, оценить и выбрать наиболее реализуемую и осуществимую для достижения спутника и его долгосрочного исследования. Авторским коллективом в рамках миссии изучению спутника Сатурна – Энцелада была разработана система связи между наземным комплексом управления, орбитальным космическим аппаратом, и посадочными модулями.

Для обеспечения связи между Землей и орбитальным модулем был использован канал X-диапазона, который зарекомендовал себя положительно для связи на больших расстояниях [1]. Для связи между орбитальным аппаратом и аппаратами на поверхности Энцелада предложено использовать каналы S-диапазона. Для связи между посадочной платформой и плавильной установкой используется оптоволоконный канал, а для связи подлёдного робота с плавильной установкой - ультразвуковой канал.

В схеме связи X-диапазона антенна принимает сигнал, затем сигнал поступает в полосовой фильтр и другие компоненты приемного тракта. В маломощном усилителе происходит усиление слабого сигнала с минимальным искажением его. Далее сигнал поступает в демодулятор и синхронизатор потока битов, которые подготавливают сигнал для радиомодемов. Радиомодем работает в соответствии с теми командами, которые заложены в его памяти. Эти команды обрабатываются системой радиосвязи. Следует отметить, что существуют специальные команды, называемые траекторными измерениями, которые поступают на борт орбитального модуля, обрабатываются и отправляются обратно на Землю. Таким образом появляется возможность определения положения орбитального модуля.

Для обеспечения канала передачи X-диапазона система радиосвязи передает команду радиомодему, который формирует соответствующий пакет. Далее пакет

модулируется, сигнал усиливается с помощью усилителя мощности в 100 Вт, и антенна передает этот сигнал в направлении Земли [2].

Для связи между Землей и аппаратом используется дуплексная параболическая антенна X-диапазона, это единственное на данный момент существующее решение для обеспечения дальней космической связи. Рассчитано фокусное расстояние антенны, другие геометрические параметры, а также ее пропускная способность.

Связь между ровером, посадочной платформой и орбитальным аппаратом производится при помощи системы, которая работает в S-диапазоне. Поскольку есть задача передачи данных, каналы связи завязаны на бортовую вычислительную систему соответствующих аппаратов: при передаче данные поступают на модулятор, после этого происходит усиление мощности сигнала и последующее излучение антенной. В процессе приема сигнал принимается антенной, после этого он поступает в маломощный усилитель, далее он поступает в смеситель, где происходит изменение частоты сигнала, и после этого в полосовый фильтр, где происходит селекция сигнала именно S-диапазона. Затем сигнал поступает в демодулятор, и результирующие данные воспринимаются бортовой вычислительной системой.

Для связи между аппаратами на поверхности Энцелада и орбитальным аппаратом было принято решение использовать патч-антенну S-диапазона [3], так как у нее достаточно гибкий интерфейс по питанию, малый диапазон питающих напряжений и средний коэффициент усиления 8 дБ. Антенна поддерживает полный дуплексный режим и два диапазона частот.

В качестве наземного комплекса управления предложена сеть существующих станций дальней космической связи.

#### Список литературы

1. Hashim I.S.M. et al. Adaptive X-band satellite antenna for Internet-of-Things (IoT) over satellite applications // 13th International Conference on Signal Processing and Communication Systems (ICSPCS). IEEE. 2019. pp. 1-7. URL: [https://www.researchgate.net/publication/335832856\\_Adaptive\\_X-Band](https://www.researchgate.net/publication/335832856_Adaptive_X-Band) (Accessed 25.03.2023)
2. Ерохин Г.А., Мандель В.И., Нестёркин Ю.А., Струкин А.П. Методика расчета энергетического запаса радиолинии «космический аппарат–станция» // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2018. С. 65-74.
3. Tubbal F.E., Raad R., Chin K.-W., Butters B. S-band Shorted Patch Antenna for Inter Pico Satellite // 8th International Conference on Signal Processing and Communication Systems (ICSPCS). IEEE. 2014. pp. 1-4. URL: [https://www.researchgate.net/publication/269276159\\_Sband\\_Shorted\\_Patch\\_antenna\\_for\\_Inter\\_Pico\\_Satellite\\_Communications](https://www.researchgate.net/publication/269276159_Sband_Shorted_Patch_antenna_for_Inter_Pico_Satellite_Communications) (Дата обращения 25.03.2023)

УДК 631.358

## **ОТРАБОТКА ПРИЕМОВ ПЕРЕВОДА ЧЕРТЕЖЕЙ ПРИЦЕПНОГО ОБОРАЧИВАТЕЛЯ ЛЬНА В ЭЛЕКТРОННЫЕ МОДЕЛИ**

Коротков П.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Куликова Д.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Научный руководитель: Головнин А.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Были отработаны методы переноса геометрической и атрибутивной составляющих чертежей в ЭГМИ, а также организация активного взаимодействия в команде, что позволило получить законченные модели ключевых узлов. Всего выполнено 55 ЭМД и шесть ЭМСЕ.

Весной 2022 года между МГТУ им. Н.Э. Баумана и Федеральным научным центром лубяных культур (ФНЦЛК) было заключено соглашение о разработке 3D моделей деталей и узлов оборачивателя льна прицепного ОЛП-1 по уже имеющимся чертежам. Предметом соглашения явилось установление партнерских отношений и развитие эффективного и взаимовыгодного взаимодействия сторон в целях развития научных исследований и разработок. В настоящее время ФНЦЛК в проектной работе использует 3D-технологии, но в работе остается часть ранее выполненной конструкторской документации в виде чертежей, которые желательно привести к виду электронных моделей изделия (ЭГМИ), как электронных моделей детали (ЭМД), так и электронных моделей сборочных единиц (ЭМСЕ) [1]. Это позволило бы, в частности иметь возможность проведения конечно-элементного анализа, в том числе непосредственно в КОМПАС-3D посредством интегрированной системы АРМ FEM. Также с использованием САПР КОМПАС-3D может быть произведен кинематический анализ ЭМСЕ на предмет оптимизации и модернизации.

Работа была начата в 2022 учебном году, когда четверо студентов выполнили 130 моделей деталей и 21 модель сборочных единиц. Это составляло примерно половину от общего числа сборочных единиц, входящих в изделие [2, 3]

При создании моделей деталей прежде всего следовало организовать коллективную работу пользователей в системе КОМПАС-3D. В процессе выполнения работы мы использовали Google таблицы для распределения деталей между исполнителями и отслеживания прогресса. Также было организовано централизованное хранение документации. Были проверены возможности пользования облачным сервисом хранения Яндекс.Диск, зарекомендовавшим себя удобным средством организации командной работы.

В процессе работы с производственными чертежами мы познакомились с реализованным в КОМПАС-3D подходом к моделированию детали «Звездочка для приводных роликовых цепей». В САПР КОМПАС-3D предусмотрено указание числа зубьев двух звездочек, ведущей и ведомой, что соответствует методике проектирования (не только вычерчивания, но и автоматизированного расчета всей цепной передачи). На готовых чертежах этой информации нет, что обусловило перевод одновременно двух звездочек, ведущей и ведомой.

Также при выполнении модели обечайки мы познакомились с возможностями команд панели инструментов «Листовое моделирование», в которых учтены технологические особенности изготовления деталей типа обечайка из листового материала, например установление зазора в стыке после сгиба. Это одно из проявлений

того, что область действия системы ЕСКД распространяется на все стадии жизненного цикла изделия (проектирование, разработку, изготовление, контроль, приемку, эксплуатацию, ремонт, утилизацию), а назначение системы дополнено возможностями создания и ведения единой информационной базы автоматизированных систем (САПР, АСУП и др.)

В результате проделанной работы было выполнено 55 моделей деталей и 6 сборочных единиц. Были опробованы особенности САПР КОМПАС-3D, а также была организована работа большого числа людей. Также студенты, участвовавшие в проекте, улучшили свои навыки в 3D моделировании и получили опыт работы с производственными чертежами.

#### Список литературы

1. ГОСТ 2.052-2021. Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения. М.: Российский институт стандартизации, 2022. 17 с.
2. Петросян А.В. Особенности получения ЭМИ ленты с колками ленточного транспортера оборачивателя льна ОЛП-1. // Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвященная 175-летию Н.Е. Жуковского»: сборник тезисов докладов. М.: Издательский дом «Научная библиотека», 2022. С. 142-143.
3. Зубарев Н.А., Баранова М.А., Гусарова С.В. Первые результаты опыта разработки электронной модели оборачивателя льна прицепного ОЛП-1. // Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвященная 175-летию Н.Е. Жуковского»: сборник тезисов докладов. М.: Издательский дом «Научная библиотека», 2022. С. 143-145

#### УДК 621.833.01

### **ОБОСНОВАНИЕ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА С ТОРОВОЙ ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ**

Костылев И.Г., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
ilyakostylev11@gmail.com

Научный руководитель: Головнин А.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Проанализированы поверхности, используемые в качестве делительных в зубчатых передачах. Предложено зубчатое колесо с эвольвентным профилем зуба, делительной поверхностью которого является тор. Это позволяет в паре с другим таким же колесом получить три степени свободы.

Зубчатые колеса нашли свое применение в разных областях машиностроения и являются наиболее часто применимыми в них. Существуют разные виды зубчатых колес. Они отличаются по ряду параметров, например по виду делительной поверхности. Применяются цилиндрические и конические, торовые и другие поверхности [1]. Обычно зубчатые механизмы, полученные из вышеуказанных зубчатых колес, имеют одну степень свободы, однако есть такие поверхности, которые позволяют получить три степени свободы.

Существует механизм передачи, в который входят сферические шестерни с эвольвентным неколецевым непрерывным зацеплением, который имеет три степени свободы [2]. Он состоит из охватывающей и охватываемой сферической шестерни, где на



первой расположены вогнутые зубья, а на второй выпуклые. Также три степени свободы при передаче крутящего момента позволяют шарниры равных угловых скоростей разной конструкции.

Иной способ получения трех степеней свободы реализуется в предложенном нами зубчатом колесе с эвольвентным профилем зуба, делительной поверхностью которого является тор. Стоит отметить, что выполнение зубчатого венца на тороидальной поверхности находит применение в червячных передачах. Существует также зубчатое зацепление, составленное из колес, имеющих конические расчетные, но тороидальные делительные поверхности [1,3].

Особенностью предлагаемого колеса является переменный модуль, который уменьшается от внешней до внутренней образующей окружности тора. Наиболее естественный в этом случае линейный характер изменения модуля по длине окружности.

Для определения зависимости модуля зубчатого колеса от его диаметра образующей окружности тора, были получены выражения для диаметров делительных окружностей, впадин зубьев, вершин зубьев и других.

Благодаря данной форме предложенное нами зубчатое колесо, находясь в паре с другим таким же колесом, имеет три степени свободы. Оси таких колес, находящихся в зацеплении, могут быть параллельными, пререкающимися или совпадающими. Это позволит изменять угол пересечения осей от 0 до 180°. В аналогичных по функции устройствах – шарнирах равных угловых скоростей угол отклонения осей может меняться от 0 до 70°. Зубчатые передачи с торовой делительной поверхностью зубчатого колеса могут найти применение, например, в манипуляторах.

#### Список литературы

1. ГОСТ 16530-83. Передачи зубчатые. Общие термины, определения и обозначения. Межгосударственный стандарт.: дата введения 1984-01-01. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2004. 52 с.
2. Hong H. Involute non-ring continuous teeth spherical gear transmission mechanism: № 20150128734. Патент № US 2015/0128734 A1.: заявл. 10.07.2014: опубл. 14.05.2015. 23 с.
3. Тимофеев Г.А., Мусатов А.К., Попов С.А., Фролов К.В. Теория механизмов и механика машин. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 566 с.

#### УДК 536.24

### **РАЗРАБОТКА СПУСКАЕМОГО АППАРАТА КЛАССА «НЕСУЩИЙ КОРПУС», ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ВОЗВРАЩЕНИЯ ГРУЗОВ И ЭКИПАЖА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ЛУННОЙ ЭКСПЕДИЦИИ**

Кремнев Д.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
dmitrykremnev98@gmail.com

Научный руководитель: Леонов В.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Одной из важнейших частей спускаемого аппарата является тепловая защита. Конструкция и тип тепловой защиты в значительной степени определяют эффективность аппарата, его габаритные и массовые характеристики. При разработке спускаемого аппарата многоразового использования перспективно выглядит применение неразрушающейся комбинированной тепловой защиты радиационно-аккумулирующего

типа, так как в данном случае будет отсутствовать необходимость смены тепловой защиты после возвращения аппарата.

В данной работе, рассмотрен вариант двухслойного теплозащитного покрытия. Внешний анизотропный теплозащитный слой – пиролитический графит (пирографит) марки УПВ1-Т, внутренний слой – теплоизоляция из ТЗМК-10. Для защиты внешнего слоя от окисления при высокой температуре применяется антиокислительное покрытие, которое во многом определяет максимальную рабочую температуру пирографита. При соблюдении допустимых для выбранных материалов тепловых режимов такая тепловая защита может эксплуатироваться без разрушения. Пирографит обладает выраженной анизотропией теплопроводности – коэффициент теплопроводности  $\lambda_{\tau}$  в направлениях, параллельных поверхности осаждения, много больше, чем коэффициент теплопроводности  $\lambda_n$  в нормальном к поверхности осаждения направлении. В данном случае направлению, касательному к поверхности тепловой защиты, соответствует  $\lambda_{\tau}$ , а нормальному соответствует  $\lambda_n$ . Такие свойства пирографита позволяют перераспределить тепло из наиболее теплонагруженных областей в менее нагруженные, что способствует понижению температуры в наиболее нагруженных точках, а низкий коэффициент теплопроводности в нормальном к поверхности теплозащиты направлении способствует теплоизоляции внутреннего объема аппарата [1]. Для снижения интенсивности теплового воздействия использован вариант возвращения спускаемого аппарата по траектории с многократным входом в атмосферу [2].

Цель работы – исследовать распределение температуры тепловой защиты носового притупления аппарата класса «несущий корпус» с двухслойным теплозащитным покрытием при возвращении на Землю после лунной экспедиции. Решены задачи выбора геометрической формы корабля и разработки его компоновочной схемы. Аэродинамические характеристики аппарата на гиперзвуковых скоростях рассчитаны с помощью программного модуля Solidworks Flow Simulation. Решена система уравнений, описывающая плоское движение аппарата как материальной точки при его возвращении, построена траектория возвращения [3]. Решена нестационарная задача прогрева теплозащитного покрытия сферического притупления методом элементарных балансов. Рассчитана толщина слоев теплозащитного покрытия для обеспечения требуемого теплового режима. Для расчета траектории спуска и решения тепловой задачи написаны программы в пакете Matlab.

В результате расчетов получены параметры аппарата и траектории спуска при которых распределение температур теплозащитного покрытия является допустимым для выбранных материалов на протяжении всего спуска аппарата.

#### Список литературы

1. Зарубин В.С., Зимин В.Н., Леонов В.В., Зарубин В.С. Анализ теплового режима теплозащиты с применением анизотропного материала при спуске на Землю возвращаемой капсулы // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. 2021. № 2 (52). С. 36–45. DOI: 10.26162/LS.2021.52.2.005.
2. Леонов В.В., Зарубин В.С. мл., Айрапетян М.А. Анализ эффективности применения анизотропных теплозащитных материалов при реализации траекторий с многократным входом в атмосферу // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2021. № 2. С. 56–68, DOI: 10.18698/0536-1044-2021-2-56-68.
3. Миненко В.Е., Косенкова А.В., Быковский С.Б., Якушев А.Г. Методика экспресс-оценки массовых и объемных характеристик спускаемых аппаратов // Инженерный журнал: наука и инновации. 2019. В. 3. DOI: 10.18698/2308-6033-2019-3-1857.

**СЕКЦИЯ «АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»****УДК 629.785****КОСМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ ДЕКАМЕТРОВЫХ ВОЛН**

Артемяев И.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Воронин В.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Гаулин А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Костылев И.Г., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Манаев И.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Сметанина В.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Шмуклер И.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

ilyakostylev11@gmail.com

Научный руководитель: Минеев А.Б., Ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Наблюдения Вселенной в радиодиапазоне дает человеку самую детальную картину о ней. Существуют радиотелескопы, работающие на различных длинах волн. Несмотря на это, наблюдение декаметровых волн вызывает затруднение, так как они отражаются от ионосферы, что делает невозможным их изучение с поверхности Земли [1]. Поэтому создание телескопа, видящего Вселенную на длинах волн, превышающих 10 м перспективно, так как данный диапазон до настоящего времени не был исследован людьми.

NASA для наблюдения декаметровых волн планирует построить радиотелескоп в кратере на обратной стороне Луны [1]. Специалисты NASA предлагают использовать проволочную сетку диаметром 1 км, которая будет натягиваться с помощью двухосных роботов, взбирающихся по стенам, в лунном кратере диаметром 3-5 км, с подходящим соотношением глубины к диаметру, чтобы сформировать отражатель сферической формы. Данная конструкция может сделать возможными наблюдения за ранней Вселенной в диапазоне длин волн 10-50 метров.

Более компактным средством приема декаметровых волн является диполь Надененко - дипольная антенна, выполненная из 6-12 проводов, расположенных по образующей цилиндра диаметром 1-3 метра, и представляющая собой симметричный вибратор. Особенностью такой антенны является то, что она обладает большой ёмкостью и малой индуктивностью, от чего ее волновое сопротивление меньше. Чем меньше волновое сопротивление антенны, тем легче её согласовать в широком диапазоне, так как при отдалении от резонанса, увеличивается реактивная составляющая входного сопротивления. Хорошие технико-экономические показатели, простая конструкция, а также диапазон длин волн  $4L > \lambda > 1,5L$ , где  $L$  – длина плеча диполя [3], делают его перспективным для регистрации космических радиоволн [2].

При проектировании космической обсерватории декаметровых волн были учтены параметры и достоинства аналогов. Так, в качестве принимающей части был выбран

диполь Надененко с длиной рабочей части плеча 11,572 метров, что дает диапазон приема от 17,358 до 46,288 м. Для регистрации волн в различных плоскостях, на спутнике использована система из двух диполей, расположенных перпендикулярно друг другу. Стоит указать, что качество приема зависит от перекрытия места пересечения диполей, поэтому они были вынесены за корпус аппарата. Каждое плечо, по прибытии на заданную точку орбиты раскрывается телескопическим пневмоцилиндром.

Для качественного приема радиоволн данную обсерваторию необходимо расположить на Лунной орбите. Луна действует как физический щит, который изолирует телескоп от радиопомех ионосферы, спутников на околоземной орбите и Солнечного радиошума [1].

Использование нескольких таких обсерваторий для радиоинтерферометрии позволит улучшить угловое разрешение [2].

Таким образом, предложенная космическая обсерватория позволит регистрировать декаметровые волны, что даст возможность изучить раннюю Вселенную эпохи Тёмных веков[1], которая продолжалась несколько сотен миллионов лет после Большого взрыва, когда ещё не существовало звёзд, галактик, квазаров и других источников света.

#### Список литературы

1. Bandyopadhyay S. Lunar Crater Radio Telescope (LCRT) on the Far-Side of the Moon. URL:[https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/niac/2020\\_Phase\\_I\\_Phase\\_II/lunar\\_crater\\_radio\\_telescope/](https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/niac/2020_Phase_I_Phase_II/lunar_crater_radio_telescope/) (Accessed 02.03.2023).
2. Мустафин И.Ф. Использование радиодиапазона в астрономических исследованиях // Вестник Науки и Творчества. 2016. № 7 (7). С. 176-179.
3. Надененко С.И. Антенны. Москва: Связьиздат, 1959. 555 с.

## **СЕКЦИЯ «ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»**

**УДК 629.785**

### **БАЛЛИСТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАНОСПУТНИКА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЛУНЫ**

Головин А.А., студент,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Федяев Р.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

goarta13@gmail.com

Научный руководитель: Корянов В.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В настоящее время благодаря миниатюризации электроники, новым схемотехническим решениям возрастает популярность малых космических аппаратов. С появлением стандарта «CubeSat» появилась возможность быстрой разработки малых космических аппаратов для проведения научных экспериментов в космосе, отработки технологий и обучения студентов и школьников разработке космических аппаратов. Технологии создание малых космических аппаратов доступны для студенческих коллективов, так например в Московском Государственном университете ведется разработка серии космических аппаратов формата «CubeSat», первые аппараты «Ярило» №1,2 были запущены в сентябре 2020 года. [1]

Один из способов выведения малых космических аппаратов заключается в размещении аппарата в пусковом контейнере в качестве попутной нагрузки. В Российской Федерации отработан способ установки пускового контейнера в ферме разгонного блока «Фрегат». В случае недозагрузки ракеты-носителя, возможна установка нескольких пусковых контейнеров в разгонном блоке. [2]

В настоящей работе приведено баллистическое проектирование малого космического аппарата формата «CubeSat» с рабочим наименованием «MoonSat» для дистанционного зондирования поверхности Луны с низкой окололунной орбиты. Работа ведется в рамках комплексного учебного проекта по созданию цифрового двойника малого искусственного спутника Луны. Аппарат «MoonSat» предполагается запускать попутной нагрузкой с миссией «Луна-26», запуск которой запланирован на 2027 год. Начальной точкой для формирования траектории принят момент отделения аппарата «Луна-26» от разгонного блока «Фрегат» на транслунной траектории. В работе принято, что малый космический аппарат запускается из пускового контейнера одновременно с отделением основной нагрузки.

В работе рассмотрены варианты выхода спутника на окололунную орбиту двумя способами: торможение на подлете электрореактивным двигателем малой тяги и торможение в точке максимального сближения с Луной посредством твердотопливного реактивного двигателя. Рассчитаны энергетические характеристики двух способов: необходимая тяга, расход рабочего тела, время работы. По полученным потребным параметрам установлено, что на данный момент не существует реальных прототипов электрореактивных двигательных установок для торможения около Луны. Принято решение использовать для формирования окололунной орбиты реактивный двигатель на твердом топливе.

## Список литературы

1. Golovin A., Mayorova V., Melnikova V., Rachkin D., Tenenbaum S. Nanosatellites group for Earth environment observation. // Proceeding of 72nd International Astronautical Congress (IAC), (Dubai, United Arab Emirates, 25-29 October 2021). 2021. IAC-21-B4.6B.10. URL: <https://iafastro.directory/iac/archive/browse/IAC-21/B4/6B/65702/> (Accessed 11.04.2023)
2. Прокопьев В.Ю., Кусь О.Н., Оссовский А.В. Малые космические аппараты стандарта Cubesat. Современные средства выведения // Вестник науки Сибири. 2014. №2 (12) С. 71–80.

**УДК 629.7****АНАЛИЗ ТРАЕКТОРИЙ СПУСКА МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ФОРМЫ**

Ваюта М.Н., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное Машиностроение»

maxim.vayuta@gmail.com

Научный руководитель: Корянов В.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное Машиностроение»

Основной целью создания малого спускаемого аппарата (МСА) является обеспечение доставки малых научных грузов с Международной Космической Станции (МКС) с учетом соблюдения температурного режима и пределов допустимых перегрузок. Наряду с этим необходимо увеличить точность посадки аппарата и обеспечить снижение перегрузок на участке спуска в плотных слоях атмосферы. Помимо этого, к аппарату предъявляются требования к габаритам, что обусловлено тем, что запуск МСА будет производиться из шлюзовой камеры МЛМ Наука.

Выбор аэродинамической формы СА — важный этап в процессе его создания. От формы зависят такие важные параметры, как: аэродинамическое качество [1], максимальные значения действующих на аппарат перегрузок, объемный КПД (внутренняя компоновка и расположение внутренних агрегатов), максимальная температура в критической точке. Немаловажными параметрами, зависящими от формы аппарата, являются: возможность управления аппаратом по боковому уходу, способы наведения и стабилизации аппарата в целом. Основываясь на всех вышеизложенных критериях, были выбраны два варианта аэродинамической формы МСА, представляющих собой сегментно-коническую форму с различными вариантами угла стенки (7 и 11 градусов) и радиусами кривизны сферических сегментов в передней и задней частях аппарата.

Для определения аэродинамических характеристик аппарата было проведено численное исследование обтекания в пакете математического моделирования SOLIDWORKS Flow Simulation. Для валидации принятой методики расчета был проведен расчет в среде FlowVision и результаты сравнены с экспериментальными зависимостями для схожего варианта формы [2]. Результаты расчетов оказались схожими. Для уменьшения действующих на СА максимальных перегрузок планируется использовать аэродинамическое торможение в плотных слоях атмосферы на угле атаки, соответствующему максимальному аэродинамическому качеству. Значение угла будет достигаться за счет смещенного центра масс МСА и балансировки.

Исследование поступательного движения МСА проводилось с помощью системы дифференциальных уравнений, составленных в сферической скоростной системе координат, интегрируемых численным методом Адамса 5-го порядка. Для моделирования

движения МСА было разработано программно-математический комплекс на языке программирования С++ в среде программирования Visual Studio 2019. Полученные результаты использовались для построения траекторий спуска СА.

От угла и скорости входа в плотные слои атмосферы зависят такие параметры, как максимальные перегрузки, тепловые потоки, действующие на СА, и время спуска, что напрямую сказывается на его массе и конструкции [3]. Исходя из этого, были исследованы траектории для различных углов и скоростей входа в плотные слои атмосферы для двух вариантов аэродинамической формы.

В ходе сравнительного анализа траекторий спуска выяснилось, что вариант формы, соответствующей углу стенки 11 градусов обладает большим, по сравнению с другим вариантом, значением аэродинамического качества и меньшими (на 30%) значениями действующих перегрузок. Однако, время спуска для этого варианта выше, что может привести к увеличению разброса траекторий, вызванного интегральными характеристиками действующих возмущений. Несмотря на это, данная форма была принята в качестве итогового и дальнейшие баллистические исследования будут проводиться именно с этим вариантом.

#### Список литературы

1. Иванов Н.М., Лысенко Л.Н. Баллистика и навигация космических аппаратов. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. 523 с.
2. Артонкин В.Г., Петров К.П. Исследования аэродинамических характеристик сегментально-конических тел. Москва: Издательский отдел ЦАГИ, 1971. 24 с.
3. Миненко В.Е., Агафонов Д.Н., Якушев А.Г. Проектный анализ аэродинамических схем спускаемых аппаратов капсульной формы численным методом по ньютоновской теории обтекания. // Аэрокосмический научный журнал. 2015. № 1 (04). С. 1–14.

#### УДК 681.513.3

#### НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Балабан Н.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
natasha\_balaban555@mail.ru

Нарышкина Т.Н., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
t.naryshkina@bk.ru

Научный руководитель: Илюхин С.Н., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) находят все большее применение в различных отраслях. Если рассматривать гражданскую авиацию, то БПЛА используются для разного вида работ, например, для фото- и видеосъемки местности, доставки грузов, в спасательных операциях. БПЛА военного назначения обладают не менее широким диапазоном возможностей: перехват связи, поражение цели по заранее заложенным алгоритмам, разведка местности [1].

Целью данной работы является анализ существующего уровня развития БПЛА и определение ряда рекомендаций к проектированию системы управления перспективными БПЛА.

При проектировании системы управления (СУ) БПЛА необходимо учитывать возникновение нештатных ситуаций (НШС) при выполнении поставленной задачи.

В настоящей работе рассмотрены следующие НШС:

1. потеря связи с НПУ как следствие радиоэлектронной борьбы (РЭБ);
2. потеря связи со спутниковой навигационной системой (СНС);
3. отказы элементов СУ БПЛА.

Анализ существующих в настоящее время решений показал, что для защиты канала связи беспилотного летательного аппарата используют такие способы защиты как периодическая псевдослучайная перестройка рабочей частоты, перестройка рабочей частоты в случае разрыва связи и автоматическое приземление беспилотного летательного аппарата в случае длительной потери связи.

Сигналы СНС, принимаемые БПЛА, можно перехватывать, подменять, тем самым ввести нарушение в нормальное функционирование связи с БПЛА. В случае отказа связи со СНС возможен переход на корреляционно-экстремальную навигационную систему (КЭНС) или на инерционную навигационную систему (ИНС), которые обеспечивают автономность навигации.

Вследствие потери связи с НПУ или СНС возникает необходимость реализации автономной посадки [2]. В работе проведен сравнительный анализ существующих методов посадки.

Исключение отказов агрегатов и подсистем возможно за счет введения частичного резервирования и частичной унификации. Суть частичного резервирования позволяет повысить надежность комплекса путем введения дополнительных элементов, узлов или устройств, принимающих на себя функции основных элементов при их отказе. Частичная унификация в свою очередь заключается в уменьшении многообразия органов управления, то есть при отказе одного его функцию частично может выполнять другой орган.

Помимо прочего были рассмотрены перспективы развития СУ БПЛА с применением искусственного интеллекта (ИИ): использование нейросетевых технологий, построение генетического алгоритма маршрутизации полета исходя из теории графов, бортовая экспертная СУ БПЛА.

На основании проведенного анализа сформулирован ряд рекомендаций к проектированию системы управления перспективными БПЛА:

1. использование элементов искусственного интеллекта;
2. увеличение количества и объема автономной навигации;
3. использование продвинутых подходов организации посадки;
4. введение частичного резервирования и частичной унификации.

#### Список литературы

1. Мишанин В.В. Боевое применение беспилотных летательных аппаратов с комплексами радиоэлектронной борьбы. // Журнал «Военная мысль». 2022. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/boevoe-primeneniye-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-s-kompleksami-radioelektronnoy-borby> (Дата обращения 11.04.2023).
2. Агеев А.М., Беляев В.В., Бондарев В.Г., Проценко В.Г. Системы автоматической посадки беспилотных летательных аппаратов: проблемы и пути решения. // Журнал «Военная мысль». 2020. № 4. С. 130-136.



УДК 629.78

**ПЕРЕЛЕТ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА К ОПАСНОМУ АСТЕРОИДУ АПОФИС С МАЛОЙ ТЯГОЙ**

Ван Я., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

vanyansin@gmail.com

Научный руководитель: Корянов В.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В работе изучено оптимальное управление для перелета космического аппарата (КА) к астероиду Апофис с малой тягой. Кратко представлена математическая модель движения КА с малой тягой. Проанализировано решение задачи с применением принципа максимума Понтрягина и применением гомотопического подхода. Приведены необходимые условия для оптимального управления перелетом. Смоделирован процесс перелета КА в соответствии с описанной методикой.

Апофис – это один из самых опасных астероидов для Земли [1]. В апреле 2029 года расстояние между Апофисом и Землей предположительно будет 65153 км, намного меньше расстояния между Землей и Лунной (примерно 386 400 км).

Как вариант противодействия предполагается, что космический аппарат сначала должен перелететь к астероиду для уточнения его орбиты, а далее рассматривать варианты воздействия, чтобы изменить его орбиту. Так как перелет с малой тягой имеет свое преимущество в уменьшении расхода топлива, можно сформулировать цель работы: исследовать оптимальную траекторию перелета космического аппарата (КА) к астероиду Апофис с непрерывной малой тягой.

Чтобы решить задачу оптимального управления непрерывными системами на основе принципа максимума Понтрягина [2] в данной работе предложим гомотопический подход [3].

В данной работе не учитываем возмущающие факторы. Критерий оптимальности перелета - это минимум функционала расхода топлива.

$$J = \min \left\{ \frac{T_{max}}{g_e I_{sp}} \int_{t_0}^{t_f} u dt \right\}, \quad (1)$$

где:  $T_{max}$  – максимальная тяга приложенная к КА;

$g_e$  – гравитационная константа для Земли;

$I_{sp}$  – удельный импульс КА;

$u$  – коэффициент модуля тяги;

$t_0$  – время старта;

$t_f$  – конечное время.

Граничные условия бывают начальные и конечные, которые зависят от положения в начале и в конце.

Далее создается функция Гамильтона с помощью множителей Лагранжа, математическая модель и критерий оптимальности. Оптимальное управление получается в случае, когда функция Гамильтона достигает минимального значения.

Далее, чтобы получить оптимальное решение, необходимо найти начальные значения с помощью метода стрельбы, чтобы соблюдать граничные условия.

Гомотопический подход предлагает, сначала решить задачу оптимального управления по затраченной энергии, решение которой описано в [3].

Показатель качества по оптимизации энергии выглядит следующим образом:

$$J = \min \left\{ \frac{T_{max}}{g_e J_{sp}} \int_{t_0}^{t_f} u^2 dt \right\} \quad (2)$$

Чтобы установить связь между ними, рассмотрим новый функционал с помощью индекса  $\varepsilon$ .

$$J = \min \left\{ \frac{T_{max}}{g_e J_{sp}} \int_{t_0}^{t_f} [u - \varepsilon u(1-u)] \right\} \text{ где } \varepsilon \in [0,1] \quad (3)$$

Когда  $\varepsilon = 1$  заданный функционал будет в форме оптимизации энергии, когда  $\varepsilon = 0$  функционал становится в форме оптимизации по расходу топлива.

Согласно принципу максимума Понтрягина новая функция Гамильтона и новое оптимальное управление тяги связано со значением  $\varepsilon$ . Следовательно, в расчете при итерации мы регулируем значение  $\varepsilon$ , и решение будет постепенно получено.

В итоге выполнения работы смоделирован перелет КА с Земли к Апофису с применением малой тяги. Показано, что по сравнению с обычным перелётом при одинаковом значении времени, затраченного на перелёт расход топлива будет меньше. Таким образом, перелет к астероиду Апофис с малой тягой успешно смоделирован в рамках задачи оптимального управления с помощью гомотопического подхода. Необходимые условия для такой оптимальной траектории получены.

#### Список литературы

1. Шустов Б.М., Рыхлова Л.В. Астероидно-кометная опасность : вчера , сегодня , завтра. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. 372 с.
2. Chambers M.L., Pontryagin L.S., Boltyanskii V.G. et al. The Mathematical Theory of Optimal Processes. OR. 1965. V. 16. № 4. С. 493 p. DOI:10.2307/3006724.
3. Jiang F., Baoyin H., Li J. Practical techniques for low-thrust trajectory optimization with homotopic approach // Journal of Guidance, Control, and Dynamics. 2012. V. 35. № 1. pp. 245-258.

#### УДК 629.7

### МОДЕЛИРОВАНИЯ ОРБИТАЛЬНОГО ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ КА С УЧЕТОМ ВОЗМУЩАЮЩИХ ФАКТОРОВ НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИОННЫХ КА «ГЛОНАСС»

Панов Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное Машиностроение»

Dormless@yandex.ru

Научный руководитель: Лебедева Н.В.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное Машиностроение»

Существуют различные методы моделирования возмущенных движений. Могут быть возмущения, связанные с погрешностями знаний формы земли, погрешности, связанные с гравитационной моделью Земли. Также, на движение аппаратов влияют силы от третьих тел (луны, солнца и тд). Возмущения могут быть от солнечной радиации, магнитных полей.

Приведены результаты математического моделирования алгоритма контроля целостности ГЛОНАСС на основе применения бортовой аппаратуры межспутниковых измерений. В качестве характеристик основных отказов обслуживания НКА ГЛОНАСС

при моделировании использовались данные Стандарта эксплуатационных характеристик открытого сервиса ГЛОНАСС (СТЭХОС).

При математическом моделировании допустимых отклонений положения НКА использовались оставляющие погрешности ГЛОНАСС-К представленные в ИКД ГЛОНАСС.

СКО погрешностей определения местоположения НКА ГЛОНАСС использовались для расчета порогового значения  $\Delta R_{\text{порог}}$  в математической модели.

Разработан программный блок, переводящий Кеплеровы элементы орбиты (КЭО) в Декартову систему координат (ДСК). Обеспечение движения КА также подразумевается в ДСК. По КЭО три оси КА соответствуют долготе восходящего узла, большой полуоси и аргументу перигея. К этим величинам добавляются значения допустимых погрешностей в каждом из направлений. Разработан программный блок, высчитывающий случайную погрешность для каждого из трех направлений, «симулируя» реальные возмущения.

Был составлен программный блок, определяющий положения незашумленных и зашумленных КА, а также рассчитывающий границу расстояний между каждым из аппаратов. Проводился метод Монте-Карло, подтверждающий, что расстояния между аппаратами не превышали максимально допустимых значений.

В дальнейшем, так как ГЛОНАСС был использован в роли примера, так как он широко известен, по нему много статистики, данная программа может быть использована на других орбитальных группировках для прогнозирования движения вхождения в связь между элементами орбитального построения или для вхождения в связь с другим аппаратом, передачи потока информации. А также, что очень важно, для управления многофункциональной многочисленной орбитальной группировки.

Использование СКО погрешности вместо внешних возмущений увеличивает оперативность расчетов координат каждого КА в орбитальной системе, а также увеличивает оперативность расчета навигационных параметров аппаратуры потребителей.

#### Список литературы:

1. ИКД ГЛОНАСС: сайт. URL: <https://russianspacesystems.ru/wp-content/uploads/2019/08/IKD-L3-dlya-KA-N-11-12-02.12.11.pdf> (Дата обращения 23.02.2023-10.03.2023)
2. Стандарт эксплуатационных характеристик открытого сервиса (СТЭХОС). Приложение С. Оценка текущих эксплуатационных характеристик и частоты отказов. URL: [https://glonass-iac.ru/upload/docs/stehos/stehos\\_app\\_C.pdf](https://glonass-iac.ru/upload/docs/stehos/stehos_app_C.pdf) (Дата обращения 23.02.2023)

## СЕКЦИЯ «ВЫСОКОТОЧНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ»

УДК 620.178.7

### ОТРАБОТКА СХЕМЫ МЕТАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ СРЕДСТВ ЛЕГКОЙ БРОНЕЗАЩИТЫ

Гришин И.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

ivagris@yandex.ru

Иванов Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

lumendany@mail.ru

Научные руководители: Петюков А.В., к.т.н.;

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Сотский М.Ю., к.т.н.,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Опыт специальной военной операции (СВО), проводимой в настоящее время, показывает, что наиболее опасным для личного состава является осколочное действие боеприпасов. Этому способствует повсеместное использование артиллерии, беспилотных летательных аппаратов, а также контрбатареинная борьба. Таким образом проектирование средств легкой бронезащиты, обеспечивающих защиту от данных средств поражения, является актуальной задачей. Цель данной работы состоит в разработке экспериментального стенда по определению баллистической стойкости защитных структур и композиций на базе лаборатории кафедры СМ-4 МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Первый этап – это отработка схемы метания, позволяющей получать скорости ударника более 330 м/с. Сам стенд представляет собой воздушную камеру высокого давления (ресивер), гладкий ствол калибра 80 мм, уловитель и средства регистрации (высокоскоростная видеокамера). Так как метаемое тело имеет размеры много меньшие, чем калибр ствола был спроектирован поддон из пластмассы, представляющий собой цилиндрическое тело. В процессе отработки обнаружилось, что при уменьшении высоты поддона ниже определённого значения происходит его разворот в канале ствола, что недопустимо для проведения эксперимента. Поэтому для анализа влияния высоты поддона на его устойчивость в процессе движения по каналу ствола были проведены численные расчеты в среде Ansys LS-DYNA. Задача решалась в трехмерной лагранжевой постановке, в качестве модели прочности ствола (сплав В95) и поддона (ABS пластик) использовалась билинейная упругопластическая модель. Поддон устанавливался в ствол с небольшим углом наклона около 10°. Давление (1), прикладываемое к поддону, определялось аналитически, при помощи законов сохранения массы и импульса [1]. Предполагалось, что давление в ресивере увеличивается в процессе изоэнтропического сжатия, а при открытии клапана ресивера газ изоэнтропически расширяется в стволе, трение поддона о внутренние стенки ствола не учитывалось.

$$p_2(t) = p_1 \cdot \left( \frac{V_{\text{pec}} + V_{0\text{зас}} + V_{\text{зас}}(t)}{V_{\text{pec}}} \right)^k \quad (1)$$

$$V_{\text{зас}}(t) = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l(t), \quad l(t) = \frac{\sqrt{F \cdot b \cdot (k+1) \cdot \frac{t^2}{2} + a^{k+1}} - a}{b}, \quad \text{где}$$

$$a = \frac{1}{4}(D^2 \cdot h + d^2 \cdot l_0), \quad b = \frac{d^2}{4}, \quad F = \frac{p_1}{M} \cdot \left(\frac{D^2}{4} \cdot h\right)^k, \quad V_{0 \text{ зас}} = \frac{\pi d^2}{4} \Delta l, \quad V_{\text{рес}} = \frac{\pi D^2}{4} h$$

$\Delta l$  – расстояние от ресивера до поддона,  $d$  – калибр ствола,  $M$  – масса метаемого тела,  $S_{\text{ств}}$  – площадь миделя ствола,  $h$  – длина ресивера,  $D$  – диаметр ресивера,  $t$  – время.

В результате анализа проведенных расчетов с разной высотой поддона выяснилось, что при высоте 10 мм поддон разворачивает в канале ствола, при высоте 12 мм также наблюдается разворот поддона, в то же время при высоте поддона 15 мм и более наблюдается устойчивое движение поддона с последующей его стабилизацией.

По итогам серии проведенных численных расчетов разработана конструкция поддона, представляющая собой «стаканчик» высотой 40 мм, толщиной дна 9 мм и толщиной стенки, изменяющейся от 6 до 4 мм. Выбор данной конструкции поддона подтверждается экспериментами, наблюдается устойчивый полет при вылете из канала ствола.

В результате экспериментальной отработки была получена скорость метаемого тела 450 м/с, что позволяет проводить оценку баллистической стойкости средств легкой бронезащиты по 3 классу [2]. В настоящее время ведутся работы по оптимизации массы поддона с целью изучения максимальных баллистических характеристик стенда. Отработанная схема метания в перспективе может быть использована для проведения лабораторных работ по курсу «Материалы и структуры легкой бронезащиты», читаемому для студентов 6 курса кафедры СМ-4.

#### Список литературы

1. Андреев С.Г. и др.. Физика взрыва / под ред. Л.П. Орленко. Изд. 3-е, переработанное. В. 2. Т. 2. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. 656 с.
2. Кобылкин И.Ф., Селиванов В.В. Материалы и структуры легкой бронезащиты: учебник. Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 191, [1] с.: ил.

#### УДК 531.58

### ПЕНЕТРАТОРЫ ДЛЯ ГРУНТОВО-СКАЛЬНЫХ ПРЕГРАД СО «СТЕПЕННОЙ» ФОРМОЙ ГОЛОВНОЙ ЧАСТИ

Дюков А.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

alexDyukov.job@yandex.ru

Гущина Т.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

gtania12376@mail.ru

Научный руководитель: Федоров С.В., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Высокоскоростные пенетраторы, способные за счет своей высокой скорости проникать в грунтово-скальные преграды на значительное расстояние, могут использоваться при изучении строения и свойств пород верхнего слоя коры, разведке полезных ископаемых, а также для разрушения и дробления горных пород [1, 2]. При обеспечении надлежащей прочности пенетратора он может рассматриваться в процессе проникания как абсолютно твердое недеформируемое тело. Предположение о недеформируемости пенетраторов в случае их изготовления из наиболее прочных

материалов оказывается допустимым при скоростях взаимодействия с грунтовыми преградами вплоть, по крайней мере, до 2000 м/с и со скальными преградами вплоть, по крайней мере, до 1000 м/с.

Актуальной является задача увеличения глубины проникания пенетраторов в грунтово-скальные преграды [1, 2]. Сила сопротивления грунтово-скальной преграды прониканию пенетратора и, соответственно, глубина его проникания зависят от формы головной части пенетратора. На практике чаще всего используются пенетраторы с коническими и оживальными головными частями. Для пенетраторов с конической головной частью сопротивление прониканию ниже, чем для пенетраторов с оживальной при одной и той же высоте головных частей. Целью проведенного исследования являлось выяснение, при какой форме головной части может быть обеспечено сопротивление прониканию пенетратора меньшее, чем при конической головной части. Для достижения этой цели были рассмотрены пенетраторы с так называемой «степенной» формой головной части, уравнение образующей которой в системе координат, связанной с вершиной головной части, имеет вид степенной зависимости с показателем степени  $n$

$$x = 2^n l_h (R/d)^n, \quad (1)$$

где  $x$ ,  $R$  – соответственно, осевая и радиальная координаты точек образующей;  $l_h$  – высота головной части;  $d$  – диаметр миделя пенетратора.

На основе теории локального взаимодействия сила сопротивления прониканию пенетратора  $F_t$  может быть представлена в виде

$$F_t = \frac{\pi d^2}{4} [(k_{A1} + \mu k_{A2}) A v^2 + (k_{B1} + \mu k_{B2}) B v + (k_{C1} + \mu k_{C2}) C], \quad (2)$$

где  $k_{A1}$ ,  $k_{A2}$ ,  $k_{B1}$ ,  $k_{B2}$ ,  $k_{C1}$ ,  $k_{C2}$  – коэффициенты, определяемые формой головной части пенетратора;  $v$  – скорость пенетратора;  $A$ ,  $B$ ,  $C$  – коэффициенты, зависящие от свойств материала преграды, в законе сопротивления  $\sigma_n = A v_n^2 + B v_n + C$ , выражающем зависимость нормальных напряжений  $\sigma_n$  на поверхности контакта головной части пенетратора с преградой от проекции  $v_n$  вектора его скорости на нормаль к поверхности в рассматриваемой точке;  $\mu$  – коэффициент трения, используемый при определении касательных напряжений  $\tau_n = \mu \sigma_n$  на контактной поверхности. Для «степенной» головной части (1) коэффициенты формы рассчитываются следующим образом:

$$k_{A1} = 8 \int_0^{0,5} \frac{\bar{R} d \bar{R}}{1 + (n 2^n \bar{l}_h \bar{R}^{n-1})^2}; \quad k_{A2} = 8 n 2^n \bar{l}_h \int_0^{0,5} \frac{\bar{R}^n d \bar{R}}{1 + (n 2^n \bar{l}_h \bar{R}^{n-1})^2}; \quad k_{C1} = 1; \quad (3)$$

$$k_{B1} = 8 \int_0^{0,5} \frac{\bar{R} d \bar{R}}{\sqrt{1 + (n 2^n \bar{l}_h \bar{R}^{n-1})^2}}; \quad k_{B2} = 8 n 2^n \bar{l}_h \int_0^{0,5} \frac{\bar{R}^n d \bar{R}}{\sqrt{1 + (n 2^n \bar{l}_h \bar{R}^{n-1})^2}}; \quad k_{C2} = \frac{4 n \bar{l}_h}{n + 1},$$

где  $\bar{l}_h = l_h/d$  – относительная высота головной части;  $\bar{R} = R/d$ .

Проведенный сравнительный анализ коэффициентов формы для конической и «степенной» головных частей дал следующие результаты. При изменении относительной высоты головной части пенетратора  $\bar{l}_h$  в диапазоне от 2 до 5 зависимости для коэффициентов  $k_{A1}$ ,  $k_{A2}$ ,  $k_{B1}$  для «степенной» головной части имеют точку минимума при значениях показателя степени  $n$  в (1), лежащих примерно в диапазоне от 1,3 до 1,7. При указанных значениях показателя степени  $n$  эти три коэффициента для «степенной» головной части оказываются меньшими, чем для конической, примерно на 10 %. При этом значение коэффициента формы  $k_{B2}$  для «степенной» головной части превышает его значение для конической головной части менее, чем на 1 %, значение коэффициента  $k_{C2}$  больше для «степенной» головной части примерно на 20 %, а значения коэффициента  $k_{C1}$

для обеих головных частей остаются единичными. При показателях степени  $n$  в (1), меньших единицы, гауссова кривизна «степенной» головной части становится отрицательной. В этом случае, напротив, коэффициенты  $k_{A1}$ ,  $k_{A2}$ ,  $k_{B1}$  больше для «степенной» головной части, а  $k_{B2}$ ,  $k_{C2}$  – для конической.

Так как некоторые из коэффициентов формы при определенных показателях степени  $n$  больше для «степенной» головной части, а некоторые – для конической, соотношение глубин проникания идентичных по массе и диаметру мишеля пенетраторов с такими головными частями будет зависеть от конкретных значений коэффициентов  $A$ ,  $B$ ,  $C$  в законе сопротивления грунтово-скальной преграды и коэффициента трения  $\mu$ . При одночленном линейном законе сопротивления ( $B \neq 0$ ,  $A = C = 0$ ), следующем из Березанской формулы [3], пенетратор со «степенной» головной частью при  $n = 1,4$  имеет преимущество по глубине проникания примерно в 5 % над пенетратором с конической головной частью независимо от типа грунтово-скальной преграды. В случае двучленного квадратичного закона сопротивления ( $A \neq 0$ ,  $C \neq 0$ ,  $B = 0$ ), следующего из формулы Забудского-Майевского, и при проникании в малопрочные грунтовые преграды с начальными скоростями  $v_0 > 400$  м/с «степенная» головная часть с  $n = 1,4$  дает выигрыш в глубине проникания в сравнении с конической, который возрастает с увеличением начальной скорости пенетратора, составляя при  $v_0 = 1000$  м/с около 7 %.

#### Список литературы

1. Федоров С.В., Федорова Н.А., Велданов В.А. Использование импульса реактивной тяги для увеличения глубины проникания исследовательских модулей в малопрочные грунтовые преграды // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2014. № 4 (84). С. 53–63.
2. Федоров С.В., Велданов В.А. Применение сегментированных ударников для формирования каверны в грунтово-скальных преградах // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2012. № 1 (71). С. 43–50.
3. Балаганский И.А., Мержиевский Л.А. Действие средств поражения и боеприпасов. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. 408 с.

**УДК 623.45:623.4.015.4**

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕЗИНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПРЕГРАДОЙ**

Ермаков Р.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Кудрявский А.Э., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

ae.kudryavskiy@gmail.com

Научные руководители: Левин Д.П., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Петюков А.В., к.т.н., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Моделирование высокоскоростного взаимодействия резинового ударника с преградой имеет практический интерес с точки зрения оружия нелетального действия (ОНД). В Российской Федерации под ОНД понимается разновидность оружия, предназначенного для временного вывода из строя живой силы, вооружения, техники при сведении к минимуму летальных исходов, загрязнения окружающей среды и

материальных разрушений. Из наиболее подробно исследованных и широко применимых нелетальных технологий является воздействие на цель с помощью кинетических элементов (КЭ) – ударников различных форм и калибров, непроникающих под кожный покров и выполненных из пластичных, эластичных и жестких, разрушающихся при ударе материалов. Одной из основных причин, обуславливающей неудовлетворительные разработки ОНД, воздействующих на живую силу, является недостаточно подробные исследования биомедицинских особенностей воздействия, и отсутствия общих стандартов, которые бы определяли безопасность и эффективность КЭ. В работ по оценке безопасности и эффективности таких элементов представлено взаимодействие КЭ с грудной клеткой (ГК). Реакция ГК на удар может быть изучена экспериментально и теоретически с помощью биомеханических моделей. Существуют механические модели ГК со сосредоточенными параметрами, которые описывают инерционные и вязкоэластичные свойства ГК [1], а так же подробные численные модели человеческого торса, построенные по данным компьютерной томографии. В дальнейшей работе авторы предлагают использовать для этой цели антропометрические манекены Hybrid III 50th Male [2]. На группе тестов с их использованием можно определить обобщенные критерии для оценки безопасности, которые коррелируют с возникновением травмы определенной степени тяжести [1]. В данной работе представлено предварительное численное моделирование взаимодействия резинового боеприпаса Flashball с жесткой цилиндрической преградой с использованием экспериментальных данных в многоцелевой программе LS-DYNA, использующей метод конечных элементов. Задача осесимметричная, постановка двумерная. Для описания материала шарика используется модель «упрощенной резины» из исходной библиотеки LS-DYNA. Преграда смоделирована из стали с использованием модели пластичного материала с учетом билинейного кинематического упрочнения. Стенка ограничена во всех направлениях. Для реализации контакта между КЭ и стенкой используется штрафной контактный алгоритм. Скорость в 56.2 м/с, зарегистрированная в эксперименте, используется как начальное условие к ударнику. С учетом явления гистерезиса самостоятельно подбирается равновесная кривая нагрузки в виде  $\sigma = f(\epsilon)$ . Так же была произведена валидация модели путем сравнения площади ударника в численном моделировании и эксперименте. Дальнейшая работа будет сосредоточена на валидации численной модели с использованием собственных экспериментальных данных, полученных в лаборатории кафедры СМ4 (Высокоточные летательные аппараты) и использовании разработанной модели резины и антропометрического манекена для выбора рациональных конструкций КЭ нелетального действия.

#### Список литературы

1. Селиванов В.В., Левин Д.П. Оружие нелетального действия. М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 356 с.
2. Levin D.P., Petukov A.V., Arcivenko M.E., Gonsales A.V. Astua Modeling of the kinetic element interaction with biological object // Human Factors and Mechanical Engineering for Defense and Safety. 2022, V. 6. №1. DOI:<https://doi.org/10.1007/s41314-022-00042-3>



**УДК 623.4.011****ПЕРСПЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ПОРАЖЕНИЯ УДЛИНЁННЫХ ПЛОЩАДНЫХ И ГРУППОВЫХ ЦЕЛЕЙ**

Коренков Д.О., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Шевцов А.Г., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

alexshevtsov890@gmail.com

Научные руководители: Левин Д.П., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Попов Ю.В., ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В настоящее время на вооружении стран мира имеется большое количество управляемых и неуправляемых авиационных средств поражения (АСП), предназначенных для широкого диапазона целей. Особняком стоят площадные цели, поражение которых связано с большим расходом боеприпасов (БП). В настоящее время существует большое количество специальных средств поражения, разработанных под задачи поражения скоплений техники. Все они имеют как свои преимущества, так и недостатки, в основном связанные с необходимостью носителя заходить в зону действия противовоздушной обороны (ПВО) противника. Наиболее сложными для поражения оказываются удлинённые площадные цели, например стоянки авиатехники на аэродромах, или железнодорожные станции, а также другие инженерные сооружения, длина которых много больше ширины. В связи с этим для поражения таких целей, необходимо большое количество штатных осколочно-фугасных БП. При этом осколочное поле, создаваемое классическими БП вблизи точки разрыва зачастую оказывается избыточным, а на некотором удалении от неё и вовсе оказывается неспособным поразить цель.

Более эффективными для поражения удлинённых площадных целей могут быть кассетные боеприпасы. Наиболее известными и распространёнными отечественными кассетными АСП являются разовые бомбовые кассеты (РБК) и контейнеры малогабаритных грузов (КМГУ), предназначенные для доставки авиабомб малого калибра. Основным преимуществом РБК является большая площадь поражения. Для РБК-500, снаряжённой бомбами АО-2.5РТ, она составляет 50000 м<sup>2</sup> и имеет форму эллипса [1]. Для поражения удлинённой цели может потребоваться несколько кассет, поскольку полуоси эллипса различаются незначительно. Контейнеры КМГУ хорошо подходят для работы по удлинённым площадным целям, например стоянкам и колоннам с техникой и живой силой, поскольку создают вытянутое поле поражения и имеют возможность регулировки интервала сбросов блоков для поражения целей, имеющих различное удлинение [2]. К недостаткам РБК и КМГУ можно отнести то, что накрываемая ими площадь будет сильно зависеть от условий сброса. Лётчику необходимо точно выдерживать курс, скорость полёта, а также углы крена и тангажа носителя, так как все эти параметры влияют на поражаемую площадь. Также для применения данных типов БП самолёту-носителю необходимо пролетать над целью – а значит, заходить в зону работы ПВО противника.

На основе рассмотренных преимуществ и недостатков существующих АСП, которые применяются, или могут быть применены, по удлинённым площадным целям, предложим конструкцию нового АСП, специально предназначенного для поражения таких целей – планирующей бомбовой кассеты с программируемым разбросом боевых элементов (БЭ). Планирующая бомбовая кассета состоит из корпуса, крыла, боевой части,

отсеков бортовой аппаратуры и взрывательного устройства. Боевая часть состоит из 10 отсеков, в каждом из которых располагается два типа боевых элементов. Один отсек содержит два боевых элемента надземного подрыва, выстреливаемых из направляющих, а также 5 кассетных бомб АО-2.5-РТ. Расположение БЭ с надземным подрывом под углом необходимо для обеспечения требуемой ширины поля поражения. Наличие двух типов БЭ обуславливается необходимостью поражать цель потоком осколков не только сверху, но и снизу. Бомбы АО-2.5РТ создают осколочное поле у поверхности земли, тогда как БЭ, расположенный под углом, создают осколочное поле, поражающее объекты с верхней полусферы. Это позволяет поразить уязвимые агрегаты техники, находящиеся как сверху, так и снизу.

Планирующая бомбовая кассета должна иметь возможность для управляемого разброса боевых элементов. Это необходимо, если цели расположены неравномерно по длине цели. В случае поражения удлиненной площадной цели разброс БЭ происходит с постоянным интервалом между сбросами, а в случае поражения удлиненной групповой цели разброс элементов с переменным интервалом между сбросами. Если известно расположение целей, скорость кассеты и высота прохода кассеты над целями, то задавая определенный интервал между выбросами БЭ из кассеты и время замедления для надземного подрыва выстреливаемых вбок БЭ, можно поразить осколочным полем только ту площадь, на которой расположены цели.

#### Список литературы

1. Боеприпасы: в 2 т. (Т1) / под общей ред. В.В. Селиванова. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. 508 с.
2. Гладков Д.И., Балуев В.М., Семенцов П.А. и др. Боевая авиационная техника: Авиационное вооружение / под ред. Д. И. Гладкова. М.: Воениздат, 1987. 279 с.

#### УДК 623.4.11

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ТОЛПЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОРУЖИЯ НЕЛЕТАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ**

Мельниченко Д.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
dinilmel@mail.ru

Научные руководители: Левин Д.П., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Люшнин С.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Концентрация большого количества людей в замкнутом или ограниченном пространстве может привести к возникновению паники, неконтролируемому движению, давке и наличию большого количества пострадавших, а при наличии агрессивно настроенной толпы такая опасность возрастает в разы. Исследованию и моделированию поведения толпы посвящены многие работы [1, 2]. Создание достоверной модели поведения людей на различных мероприятиях с учетом их физического взаимодействия позволит точнее прогнозировать поведение масс и повышать эффективность средств управления толпой (от размещения указателей до оружия нелетального действия).

В основу созданной модели положено математическое описание взаимодействия группы людей между собой с учетом психологических и физических сил [3]. У каждого

отдельного человека в группе есть набор индивидуальных характеристик, таких как масса и физический радиус взаимодействия.

Психологическая сила взаимодействия определяется по формуле

$$F_{\Pi} = A_i \exp\left(\frac{(r_{ij}-d_{ij})}{B_i}\right) \mathbf{n}_{ij}, \quad (1)$$

где  $A_i$  и  $B_i$  – коэффициенты, определяющие расстояние и интенсивность взаимодействия ( $A_i \approx 10^{-3}$ ,  $B_i = 10 \dots 100$ );  $d_{ij}$  – расстояние между взаимодействующими людьми;  $\mathbf{n}_{ij} = (\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j)/d_{ij}$  – нормализованный вектор от  $j$  к  $i$  индивидууму;  $r_{ij}$  – сумма радиусов индивидуумов.

Физическая сила взаимодействия, аналогичная силе упругости, активируется при достижении заданного минимального расстояния между людьми или преградами и определяется по формуле

$$F_{\Phi} = k \theta(r_{ij} - d_{ij}) \mathbf{n}_{ij}, \quad (2)$$

где  $k$  – константа (задается в диапазоне 100...500);  $\theta = [r_{ij} - d_{ij} \geq 0]$  – функция Хэвисайда, активирующая силу только при условии контакта людей.

Сила трения направлена перпендикулярно прямой соединяющей центры людей (объектов) и определяется по формуле

$$F_{\tau} = K \theta(r_{ij} - d_{ij}) \mathbf{t}_{ij} \left( (\mathbf{v}_j - \mathbf{v}_i) \cdot \mathbf{t}_{ij} \right), \quad (3)$$

где  $\mathbf{t}_{ij}$  – вектор перпендикулярный  $\mathbf{n}_{ij}$ ;  $K$  – константа (задается в диапазоне 100...500).

Каждый человек обладает мотивационной скоростью. Время релаксации  $t_{ir}$  определяет как быстро он изменит текущую скорость на мотивационную в среде без внешних воздействий. Подобное изменение поведения можно описать мотивационной силой

$$F_M = m_i \frac{v_{i0} - v_i}{t_{ir}}, \quad (4)$$

где  $v_{i0}$  – мотивационная скорость;  $v_i$  – текущая скорость;  $m_i$  – масса индивидуума.

Человек начинает паниковать, когда его собственная скорость меньше чем скорость окружающих его людей. Мотивационная скорость паникующего человека определяется по формуле

$$v_i^0(t) = at + b \left[ 1 - \frac{1}{\exp(c(t-t_{ei}))} \right], \quad (5)$$

где  $a, b, c$  – коэффициенты, которые зависят от параметра  $W$ ,  $t$  – время паники,  $t_{ei}$  – время эмоциональной индукции. Данный параметр в области взаимодействия  $i$ -го индивидуума определяется по формуле

$$W = \frac{\sum_j^{N_{panic \in D}} (v_j^0 - v_i^0)}{v_i^0 N_{people \in D}}, \quad (6)$$

где  $N_{people \in D}$  – количество людей в зоне взаимодействия  $i$ -го индивидуума;  $N_{panic \in D}$  – количество паникующих людей в зоне взаимодействия  $i$ -го индивидуума;  $v_i^0, v_j^0$  – мотивационные скорости  $i$  и  $j$ -го паникующих.

В модели реализованы различные внешние воздействия, меняющие состояние, параметры и поведение людей, попавших под их действие. Сочетанием различных факторов можно моделировать применение оружия нелетального действия.

## Список литературы

1. Treuille A., Cooper S., Popović Z. Continuum crowds // ACM Transactions on Graphics (TOG). 2006. V. 25. №. 3. pp. 1160-1168.
2. Yang S. et al. A review on crowd simulation and modeling // Graphical Models. 2020. V. 111, pp. 101081.
3. Kozyrev V. et al. Analysis of critical levels of physical effects on localized masses of people (CROWD) // 4th European Symposium on Non-lethal Weapons. 2007. pp. 21-23.

**УДК 623.4.082.6****ЭТИ ЗАГАДОЧНЫЕ КУМУЛЯТИВНЫЕ СТРУИ**

Мерзлякова П.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

merzlyakova@list.ru

Харисов А.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

aharisov04@gmail.com

Научный руководитель: Федоров С.В., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Кумулятивные струи (КС) формируются при взрыве кумулятивного заряда (КЗ), представляющего собой заряд взрывчатого вещества с выемкой чаще всего конической или полусферической формы, покрытой тонкой, обычно металлической, оболочкой [1]. Скорость головной части КС может превышать 10 км/с, что обеспечивает большую глубину проникания КС в различные преграды, зависящую в соответствии с гидродинамической теорией проникания М.А.Лаврентьева от длины струи и плотности ее материала. В свободном полете (после формирования при схлопывании облицовки) КС удлиняются за счет существующего в них градиента скорости движения различных участков. Этот процесс сопровождается разрушением КС [2, 3], которое может иметь различный характер. Согласно монографии [1] различают пластическое, объемное и квазихрупкое разрушение КС. Целью проведенного исследования являлся анализ на основе литературных данных различных типов разрушения КС и выявление особенностей разрушения, которые пока еще не имеют правдоподобного теоретического объяснения и остаются загадочными.

В используемых на практике КЗ в подавляющем большинстве случаев реализуется пластическое разрушение КС, при котором после стадии равномерного удлинения струя вследствие развития пластической неустойчивости, приводящей к шейкообразованию, разрывается в осевом направлении на множество отдельных уже недеформирующихся элементов. При пластическом разрушении обеспечивается высокое пробивное действие КС за счет ее большого удлинения до момента разрыва и за счет того, что материал КС остается в монолитном состоянии, имея плотность, близкую к своей исходной плотности в составе облицовки (незначительное снижение плотности происходит только из-за нагрева материала при схлопывании облицовки и удлинении струи). Согласно существующей теории пластического распада КС, базирующейся на модели развития пластической неустойчивости растягивающегося цилиндрического стержня с неизменным пределом текучести его материала [1], удлинение элементов, на которые распадается КС (отношение длины элемента к его диаметру), должно оставаться неизменным для всех КС, распадающихся пластическим образом, вне зависимости от их материала и параметров

формирования. Теоретическое значение удлинения элементов согласно данным разных авторов лежит в диапазоне примерно от 3,3 до 3,5.

На основании анализа рентгенограмм КС, распавшихся пластическим образом, были определены средние удлинения элементов для пяти алюминиевых струй, пяти медных и одной ниобиевой (диаметры КЗ составляли 50 и 60 мм). Полученные данные по средним удлинениям элементов КС во многих случаях существенно отклонялись от теоретического значения. Для алюминиевых КС средние удлинения элементов составляли от 5 до 6, для медных – от 2,5 до 4,3, для ниобиевой КС было получено среднее значение удлинения элементов 2,9. Из проанализированных литературных данных также следует, что для медных КС среднее удлинение элементов может достигать 7...8 для КЗ большого диаметра (свыше 100 мм). Факт непостоянства удлинения элементов для пластически разрушающихся КС остается пока необъяснимым. Необъяснимым на данный момент является и проявление масштабного эффекта при пластическом распаде, заключающегося в повышении пластичности КС с увеличением диаметра КЗ. Еще одна загадка пластического распада КС состоит в повышении пластичности КС с измельчением зерна их материала.

При анализе объемного разрушения КС, при котором разделение их материала происходит по всему объему, в не только вдоль оси, была введена дополнительная градация этого вида разрушения на объемно-фрагментарное и объемно-дисперсное в зависимости от размера частиц, образующихся при разрушении. Согласно проанализированным рентгенограммам объемно-фрагментарный характер носит разрушение титановых КС, а объемно-дисперсный – свинцовых КС и КС из обедненного урана. Причины различий в характере объемного разрушения КС из разных материалов пока остаются неясными. Неясным является и то, по каким причинам порошковые КС, формируемые из облицовок, спрессованных из металлических порошков (чаще всего используется смесь вольфрамового и медного порошков) в одних случаях рассеиваются в радиальном направлении, а в других нет. В отсутствие радиального рассеивания порошковые КС вследствие своей способности к неограниченному удлинению позволяют достигать глубины пробития преграды, превышающей глубину пробития КС, распадающихся пластическим образом. На рентгенограммах порошковых КС прослеживается пока что не поддающийся объяснению эффект приобретения ими при формировании спиралевидной структуры. Удивительным и загадочным является также то, что характер разрушения КС из одного и того же материала (например, титана или обедненного урана) может изменяться с объемного на пластический при переходе от конической формы облицовки к полусферической.

При квазихрупком разрушении КС разделяется на отдельные фрагменты в осевом направлении хрупким образом, без явно видимого шейкообразования. При этом образующиеся фрагменты имеют неправильную угловатую форму и небольшое удлинение. Согласно проанализированным рентгенограммам такой вид разрушения свойственен, например, стальным КС и КС из алюминий-магниевого сплава при определенном содержании магния. Среднее удлинение элементов для этих КС, определенное на основании рентгенограмм, составило лишь 1,3...1,5. Из рентгенограмм было также выявлено, что разделение фрагментов КС при квазихрупком разрушении происходит преимущественно по поверхностям, ориентированным под углом  $45^{\circ}$  к оси струи. Открытым остается вопрос, какими характеристиками материала определяется переход от пластического разрушения к квазихрупкому и от квазихрупкого к объемно-фрагментарному. Например, для КС из алюминий-магниевого сплава при увеличении содержания магния от 2 до 4,5 % квазихрупкое разрушение сменялось объемно-фрагментарным.

Выявленные «темные» места в вопросе разрушения КС в свободном полете указывают направления дальнейших исследований этого процесса.

#### Список литературы

1. Физика взрыва. В 2-х т. Т. 2. / Под ред. Л.П. Орленко. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 656 с.
2. Бабкин А.В., Колычев М.Е., Ладов С.В., Федоров С.В. О возможном механизме разрушения кумулятивной струи импульсом тока // Оборонная техника. 1995. № 4. С. 47–54.
3. Федоров С.В., Бабкин А.В., Ладов С.В. Особенности инерционного удлинения высокоградиентного проводящего стержня в продольном низкочастотном магнитном поле // Инженерно-физический журнал. 2001. Т. 74, № 2. С. 79–86.

**УДК 531.58, 623.562**

### **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ГОЛОВНОЙ ЧАСТИ СНАРЯДА НА ПРОНИКАНИЕ В СТАЛЬНУЮ ПРЕГРАДУ**

Некрасов М.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
mnekrasov56@gmail.com

Серегина Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
seregina.darya2018@yandex.ru

Научный руководитель: Велданов В.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Для расчета проникания снарядов в металлические преграды необходимо знать физико-механические характеристики материалов данных преград. В данной работе была поставлена следующая задача: определения динамической твердости среды  $H_d$  по результатам эксперимента на основе двучленного закона сопротивления [1]. Под экспериментом здесь и в дальнейшем понимается эксперимент по прониканию снаряда с конической или оживальной головной частью (ГЧ) в стальную преграду. Входные данные эксперимента – геометрические параметры ГЧ, калибр и масса снаряда  $d, m$  и параметры среды: плотность  $\rho$ , коэффициент внешнего трения  $\mu$ . Выходные данные – скорость снаряда в момент начала проникания (начальная скорость)  $V_0$  и глубина проникания  $L$ . В работе выводятся зависимости по определению динамической твердости среды для снарядов с вышеуказанными ГЧ.

Нами были рассмотрены две расчетные схемы по определению глубины проникания:

1. Схема с  $L = L_2$  – реальной глубиной проникания. Для ее расчета необходимо учесть этап внедрения ГЧ, что является непростой задачей ввиду усложнения вида функции сопротивления среды.

2. Схема с  $L_1$  – фиктивной глубиной проникания. В данной схеме движения снаряда рассматривается с момента полного внедрения ГЧ в преграду, а скорость снаряда после полного внедрения ГЧ полагается равной изначальной скорости  $V_0$ . Вычислительно эта схема является более простой, однако ее недостаток в некорректности результата.

Для объединения преимуществ этих схема предложено следующее соотношение:

$$L_1 + kh = L_2, \quad (1)$$

где  $h$  – высота головной части,  $k$  – безразмерный коэффициент.

Для снаряда калибром 57 мм с конической ГЧ (параметры снаряда взяты из таблицы 7.1 [2]) и материала преграды – сталь низкой твердости (параметры взяты из таблицы 7.7 [2]) на основе аналитического расчета  $L_1$  и  $L_2$  для был проведен анализ коэффициента  $k$ . Было выяснено, что для конической ГЧ, данный коэффициент не зависит ни от геометрических характеристик конуса, ни от параметров среды, ни от начальной скорости, а является константой равной  $2/3$ . Данный факт позволяет получить расчетную зависимость для определения динамической твердости среды (в случае конической ГЧ):

$$H_d = \frac{\rho V_0^2 \sin^2 \lambda}{\exp\left(\frac{\pi \rho d^2 (1 + \mu \cot \lambda) \sin^2 \lambda \left(L - \frac{2}{3}h\right)}{2m}\right) - 1} \quad (2)$$

Также нами был предложен альтернативный метод определения коэффициента  $k$ . Данный коэффициент численно равен координате по оси абсцисс, деленной на высоту ГЧ, точки приложения равнодействующей от линейной плотности силы сопротивления, действующей на головную часть (линейная плотность по-другому – первая производная от силы сопротивления по координате). Данная координата была рассчитана по формулам для определения точки приложения распределенной силы, известным из курса теоретической механики [3], и после деления на высоту ГЧ получилась величина, равная  $2/3$ .

Для обобщения результата коэффициент  $k$  был получен для 57 мм снаряда с оживальной ГЧ (таблица 7.1 [2]) и точно такого же материала преграды, как и для снаряда с конической ГЧ. Его численное значение  $k = 0.4$ . Анализ показал, что в данном случае коэффициент уже не является константой, а зависит и от геометрических характеристик оживала, и от параметров среды, и от начальной скорости. Однако зависимость от параметров среды пренебрежимо мала, а для заданной геометрии и начальной скорости величину  $k$  можно рассчитать по методу, предоставленному выше. Данный факт позволяет получить расчетную зависимость для определения динамической твердости среды (в случае оживальной ГЧ):

$$H_d = \frac{\rho V_0^2 I}{\exp\left(\frac{2A}{m}(L - kh)\right) - 1}, \quad (3)$$

где,  $A, I$  – аналитически рассчитываемые константы.

Были выведены формулы для определения динамической твердости среды в случае снаряда с конической и оживальной ГЧ. Для вывода этих формул был использован подход по упрощению схемы проникания путем введения фиктивной глубины проникания и ее связь с реальной глубиной через коэффициент  $k$ . Был предложен метод вычисления данного коэффициента. Таким образом, можно производить расчеты  $H_d$  и других требуемых параметров по аналитическим формулам, минуя необходимость численного расчета.

#### Список литературы

1. Велданов В.А. Прикладная теория удара: учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. 42 с.
2. Бабкин А.В., Велданов В.А., Грязнов Е.Ф. и др. Боеприпасы: учебник. в 2 т. / под общ. ред. В.В. Селиванова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. Т. 1. С. 472-503.
3. Дронг В.И., Дубинин В.В., Ильин М.М. и др. Курс теоретической механики: учебник для вузов / под общ. ред. К.С. Колесникова. изд. 3-е стереотипное. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 230 с.

**УДК 53.043**

## **УДАРНОЕ НАГРУЖЕНИЕ ПЛАСТИНЫ ЧЕРЕЗ СЛОЙ ГРАДИЕНТНОГО МАТЕРИАЛА**

Старшикова А.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

starshikovaas@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Федоров С.В., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Активное освоение околоземного космического пространства приводит к его интенсивному засорению космическим мусором, представляющим собой отработавшие верхние ступени ракет-носителей, разгонные блоки и вышедшие из строя спутники. При столкновениях таких объектов между собой они разрушаются на огромное количество мелких фрагментов, представляющих серьезную угрозу для функционирующих на орбите космических аппаратов. Относительная скорость столкновения осколков космического мусора с космическим аппаратом может составлять до 16 км/с (удвоенная первая космическая скорость). Для испытаний защитных структур космических аппаратов на стойкость к высокоскоростному воздействию осколков космического мусора и метеороидов в наземных условиях необходимы разгонные устройства, способные ускорять твердые тела до скоростей на уровне 10 км/с и выше [1, 2]. Достижение скоростей такого уровня возможно с использованием двухступенчатых легкогазовых баллистических установок в сочетании с дополнительным узлом ударно-волнового разгона, в котором реализуется соударение ускоренного баллистической установкой ударного элемента с тонкой пластинкой-мишенью. На переднем торце ударный элемент имеет вставку из тонких слоев различных материалов, подобранных таким образом, чтобы их акустический импеданс  $I = \rho_0 c_0$  ( $\rho_0$  – плотность материала;  $c_0$  – скорость звука в нем) уменьшался кнаружи. Согласно данным [3] соударение такого ударного элемента с пластинкой-мишенью позволяло разгонять последнюю до скоростей 11,5...15,8 км/с при коэффициентах увеличения скорости 1,64...2,34 (по отношению к скорости ударного элемента).

Предметом проведенного исследования являлся ударно-волновой разгон тонких пластин по схеме, близкой к реализованной в экспериментах [3] и отличающейся от нее тем, что ударопередающий слой из материалов с различным акустическим импедансом размещался не на ударном элементе, а был изначально покоящимся, находясь в контакте с разгоняемой пластиной. Еще одним отличием было то, что акустический импеданс этого слоя предполагался изменяющимся монотонно и непрерывно от значения, соответствующего импедансу материала ударного элемента, до значения импеданса материала ускоряемой пластины. Получение такого ударопередающего слоя (именуемого разгонным слоем) возможно с использованием технологий получения так называемых градиентных материалов, функциональные свойства которых (в рассматриваемом случае акустический импеданс) изменяются по их объему заданным систематическим образом.

Особенности ударно-волнового разгона пластины с использованием промежуточного разгонного слоя из градиентного материала исследовались на основе численного моделирования в рамках плоской одномерной задачи механики сплошных сред. Для описания поведения материалов использовалась модель идеальной сжимаемой среды с баротропным уравнением состояния в форме Тэта. Ударный элемент предполагался вольфрамовым ( $\rho_0 = 19350 \text{ кг/м}^3$ ;  $c_0 = 4090 \text{ м/с}$ ;  $I = 79,1 \cdot 10^6 \text{ кг/(м}^2\text{с)}$ ), а разгоняемая пластина – алюминиевой ( $\rho_0 = 2710 \text{ кг/м}^3$ ;  $c_0 = 5300 \text{ м/с}$ ;  $I = 14,4 \cdot 10^6 \text{ кг/(м}^2\text{с)}$ ). Разгонный слой полагался состоящим из смеси вольфрама и алюминия с объемной долей



вольфрама  $\alpha$ , уменьшающейся по толщине слоя по линейному закону от единичного значения на торце, по которому наносился удар, до нуля на торце, контактирующем с разгоняемой пластиной. Уравнение состояния материала разгонного слоя получалось на основании условия равенства любого его произвольного объема сумме объемов, занимаемых вольфрамовой и алюминиевой фазами, и условия равенства давлений в обеих фазах. Толщина разгоняемой пластины принималась равной 1 мм, а продольный размер вольфрамового ударного элемента составлял 10 мм.

По результатам расчетов было зафиксировано, что соударение ударного элемента с разгонным слоем из градиентного материала приводит к распространению по этому слою нестационарной ударной волны, массовая скорость материала на фронте которой возрастает по мере ее распространения, а давление на фронте снижается. Нестационарной в этом случае является и ударная волна, распространяющаяся по ударному элементу. При скорости ударного элемента 3 км/с в отсутствие промежуточного разгонного слоя коэффициент увеличения скорости разгоняемой алюминиевой пластины составил 1,46, а при наличии разгонного слоя толщиной 5 мм – 1,67, что выше примерно на 14,5 %. С увеличением скорости ударного элемента наблюдается снижение коэффициента увеличения скорости пластины как при наличии, так и в отсутствие разгонного слоя. При варьировании толщины разгонного слоя в диапазоне от 1 до 10 мм было установлено, что ее увеличение приводит к росту коэффициента увеличения скорости. Этот эффект проявляется в большей степени при малых толщинах разгонного слоя и практически нивелируется при возрастании его толщины до 10 мм.

Сравнение результатов, полученных при численном моделировании, с результатами аналитического решения рассматриваемой задачи в акустическом приближении свидетельствует о том, что акустическое приближение дает заметно завышенные коэффициенты увеличения скорости разгоняемой пластины как для схемы с использованием разгонного слоя, так и при его отсутствии.

#### Список литературы

1. Selivanov V.V., Ladov S.V., Nikolskaya Ya.M., Fedorov S.V. Research of the explosive formation of a compact element for meteoroids fragments and space debris modeling // *Acta Astronautica*. 2019. V. 163. pp. 84–90.
2. Бабурин М.А., Баскаков В.Д., Зарубина О.В., Ладов С.В., Никольская Я.М., Федоров С.В. Применение профилированных по толщине заготовок для управления толщиной стенки штампуемых свинцом оболочковых деталей // *Технология металлов*. 2016. № 11. С. 2–8.
3. Chhabildas L.C., Kmetyk L.N., Reinhart W.D., Hall C.A. Enhanced hypervelocity launcher – capabilities to 16 km/s // *International Journal of Impact Engineering*. 1995. V. 17. pp. 183–194.

УДК 539.38, 623

## РАДИАЛЬНОЕ МЕТАНИЕ КОРПУСА УДАРНИКА С НИЗКОПЛОТНЫМ СЕРДЕЧНИКОМ ПРИ ПРОБИТИИ ВЫСОКОПРОЧНОЙ ПРЕГРАДЫ

Тишин Е.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

i@daterion.ru

Научный руководитель: Левин Д.П., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Ударник с низкоплотным сердечником представляет собой стальной корпус цилиндрической формы, внутри которого размещен сердечник из низкоплотного материала. В нашем случае это полиэтилен, но используется также и алюминий. Согласно аналитической модели [1], при пробитии преграды, благодаря волновым процессам, проходящим в материале наполнителя и в материале оболочки корпуса ударника наполнитель оказывает действие на оболочку корпуса ударника вызывая его радиальное расширение с последующим разрушением. При этом корпус можно условно поделить на 3 участка: первый участок активно деформируется при пробитии и непосредственно в радиальном метании участвует слабо; второй участок наиболее активно метается в радиальном направлении; третий участок почти не метается.

При описании процесса в первом приближении были получены зависимости для радиальной скорости оболочки, на основе которых в рамках исследования были выдвинуты гипотезы о том, что радиальная скорость оболочки: 1) линейно зависит от скорости встречи с преградой; 2) линейно зависит от величины импульса давления и от самого давления на фронте ударной волны (далее – УВ); 3) линейно зависит от толщины пробиваемой преграды.

В качестве метода исследования было выбрано численное моделирование. Численная задача была поставлена в лагранжевой осесимметричной постановке. Были созданы расчетные области преграды, корпуса ударника и наполнителя, заполненные материалами катанной гомогенной брони RHA, стали STEEL 4340 и полиэтилена POLYETHYL, соответственно. Для фиксации параметров при расчете были размещены датчики в оболочке корпуса и в наполнителе. Верификация численной модели проводилась по экспериментальным данным, приведенным в зарубежных научных статьях [2], [3].

Для проверки первой и второй гипотезы было выполнено 4 расчета с одинаковыми расположениями и размерами областей при различных скоростях встречи: 400 м/с, 900 м/с, 1400 м/с и 1900 м/с. Для проверки третьей гипотезы было выполнено 5 расчетов при фиксированной скорости встречи, равной 1000 м/с и различных толщинах преграды: 3 мм, 5 мм, 10 мм, 20 мм и 30 мм.

В ходе выполнения расчетов было также обнаружено, что с увеличением скорости встречи участок активного деформирования корпуса, который слабо участвует в радиальном метании увеличивается.

В результате анализа полученных результатов расчетов были сделаны выводы о том, что гипотезы о линейном характере зависимости радиальной скорости от скорости встречи, о линейном характере зависимости радиальной скорости от давления на УВ и о линейном характере зависимости радиальной скорости от импульса давления подтверждаются, а гипотеза о линейном характере зависимости радиальной скорости оболочки от толщины преграды не подтвердилась и характер данной зависимости требует дальнейшего исследования. Также был получен универсальная зависимость радиальной

скорости от импульса давления, который не зависит от скорости встречи ударника с преградой.

#### Список литературы

1. Verreault J., Van Hinsberg N.P., Abadjieva E. PELE Fragmentation Dynamics. // Proceedings of the 27th International Symposium on Ballistics. (Freiburg, 22.-26 April 2013). DEStech Publications, INC. 2013. pp. 1289-1300.
2. Verreault J. Analytical and numerical description of the PELE fragmentation upon impact with thin target plates // Int J Impact Eng. 2015. DOI:10.1016/j.ijimpeng.2014.09.012
3. Lei M., Wang H., Yu Q., Zheng Y. Fragmentation behavior of large-caliber PELE impacting RHA plate at low velocity // Defence Technology 15(6), DOI: 912-922, 2019; 0.1016/j.dt.2019.04.004.

**СЕКЦИЯ «АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ»****УДК 621.396****АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЯМОФАЗНЫХ  
ВОЛНОВОДНО-ЩЕЛЕВЫХ АНТЕНН**

Артюшкин М.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

amv19m144@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Серегин Г.М., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Современный подход к проектированию антенн заключается в предварительном аналитическом расчете для последующего создания модели антенны заданного типа в САПР с адаптацией в рамки поставленной задачи посредством многопараметрической оптимизации. Однако, процесс создания модели антенны по результатам предварительного расчета может занимать значительное время. Широко известно, что сокращение времени проектирования уменьшает стоимость антенны, что делает актуальной задачу автоматизации создания моделей антенн.

Один из вариантов решения поставленной проблемы – объединить предварительный расчет, создание модели и оптимизацию программными средствами. Иными словами, с помощью заданных технических требований к антенне подобная программа должна выполнять предварительный расчет конструкции, создавать параметрическую модель и оптимизировать ее. Этот подход гарантированно приведет к уменьшению времени проектирования.

Для исследования применимости данного метода, была рассмотрена задача автоматизированного проектирования волноводно-щелевых антенн. Применение волноводно-щелевых антенн обусловлено относительно простой конструкции [1], возможности сформировать диаграмму направленности под заданным углом.

Как правило, волноводно-щелевые антенны проектируются с использованием номограмм, применение которых неудобно при проектировании. Однако, вычислительная мощность современных ЭВМ позволяет отказаться от данного метода в пользу более простого и относительно эффективного перебора вариантов набора параметров.

Реализована программа, которая, используя в качестве входных данных рабочую частоту, угол наклона диаграммы направленности и ширину главного лепестка, синтезирует конструкцию прямофазной волноводно-щелевой антенны путем перебора конфигураций конструкции во всем допустимом диапазоне: рассчитываются размеры волновода, расстояние между щелями, количество щелей. Для каждой конфигурации проводится аналитическая оценка диаграммы направленности, что позволяет отбирать конфигурации по критерию наилучшего соответствия заданному углу наклона диаграммы направленности или наименьшего уровня боковых лепестков. Затем данные о наиболее подходящей конфигурации используются для автоматизированного создания модели в САПР ФЕКО для последующего численного моделирования. С помощью внутренних функций ФЕКО проводится дополнительный перебор конфигураций, при котором варьируются такие параметры как ширина щели, длина щели, положение щелей относительно оси симметрии волновода.

Таким образом, результатом исследования стал алгоритм, позволяющий, задавшись рабочей частотой и углом наклона диаграммы направленности, автоматизировано получить конструкцию прямофазной волноводно-щелевой антенны.

#### Список литературы

1. Марков Г.Т., Сазонов Д.М. Антенны. 2-е издание. М.: Энергия, 1975. 528 с.

**УДК 621.396.969.1**

### **ТРЕХЭТАПНЫЙ АЛГОРИТМ ТРАЕКТОРНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ МНОГОПОЗИЦИОННОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**

Бухаров А.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

buh\_a\_d@mail.ru

Научный руководитель: Микаэльян С.В., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Реализация траекторной обработки в радиолокационных системах в подавляющем большинстве случаев основывается на рекуррентных алгоритмах статистической фильтрации (фильтрах Калмана), для применения которых в конкретной ситуации необходимо формализовать модель формирования измерений и модель движения цели. Данная работа основана на рассмотрении особенностей формирования измерений в многопозиционной радиолокационной системе (МПРЛС), поэтому вопросы определения модели движения цели в ней не исследовались.

Для МПРЛС под измерениями обычно подразумеваются времена  $\Delta t_{ik}$  распространения сигнала по «пути передатчик-цель-приемник». Помимо этого, как правило, для увеличения чувствительности и исключения приёма помеховых сигналов вводится ограничение ширины диаграмм направленности (ДН) антенн приемных станций. Это позволяет сделать предположение об угловом положении цели относительно приемной станции, и, тем самым, расширить состав фиксируемой измерительной информации, добавив в неё углы, задающие текущее направление линии максимальной чувствительности ДН (азимут  $\beta_{ik}$  и возвышение  $\varepsilon_{ik}$ ). В данной работе предполагается, что они входят в состав измерительной информации. Таким образом общий вектор измерений, подлежащий обработке на  $k$ -ом шаге работы МПРЛС, можно представить как

$$z_k = [z_{1k}^T, z_{2k}^T, \dots, z_{m_k}^T]^T, \quad (1)$$

где  $m_k$  – общее число приемных станций, зафиксировавших в момент времени  $t_k$  сигнал, отраженный от цели, а частичный вектор измерений, формируемых  $i$ -ой станцией, равен

$$z_{ik} = [\Delta t_{ik}, \beta_{ik}, \varepsilon_{ik}]^T = h(r_k, r_t, r_{r_i}) + \xi_k, \quad (2)$$

где  $h$  – известная нелинейная вектор-функция,  $r_k$  – радиус-вектор цели в момент времени  $t_k$  ( $k$  – го такта работы МПРЛС),  $r_t$  – радиус-вектор передающей станции,  $r_{r_i}$  – радиус вектор  $i$ -й приемной станции,  $\xi_k$  – аддитивный гауссовский шум измерений. Описанная модель формирования измерений и её нелинейный характер делает затруднительной реализацию траекторного фильтра по «обычной» схеме, основанной на одновременной обработке всего описанного вектора измерений и соответствующих им ковариационных матриц в общую земную систему координат. Для

этого применяется ансцентное преобразование (АП) [1], которое предлагает численный метод определения первых двух моментов случайной величины, являющейся результатом нелинейного преобразования гауссовской случайной величины. Возможность применения АП обусловлена существованием обратного нелинейного преобразования, позволяющего сделать переход от измерений к координатам цели в общей земной системе (для конкретной бистатической позиции в отсутствии шумов).

$$\mathbf{r}_k = [x_k, y_k, z_k]^T = h^{-1}(z_{i_k})|_{\xi_k=0} \quad (3)$$

Важным преимуществом данного алгоритма является тот факт, что полученные оценки находятся в общей земной системе координат, что значительно упрощает задачу сопоставления целей и полученных отметок в многоцелевой обстановке.

На втором этапе происходит комплексирование измерений в общей земной системе координат, относящихся к одной цели. Для этого предлагается воспользоваться процедурой байесовского рекуррентного оценивания [2]. Такая реализация решает проблемы большой размерности вектора измерений и необходимости динамического изменения уравнений.

Третий этап заключается в калмановской фильтрации полученных байесовских оценок согласно модели движения цели. Размерности матриц в фильтре будут постоянны и минимальны.

С целью проверки работоспособности предложенного алгоритма было проведено сравнительное имитационное моделирование работы МПРЛС, состоящей из 1 передатчика и 11 приёмников. Модель движения цели – равномерное прямолинейное, в сторону МПРЛС. Оценивалось среднеквадратическое отклонение оценки  $\hat{\mathbf{r}}_k$  от истинного значения  $\mathbf{r}_k$ . В результате проведения 100 опытов был сделан вывод, что выходные оценки предлагаемого трёхэтапного алгоритма и расширенного фильтра Калмана эквивалентны в пределах статистической погрешности.

#### Список литературы

1. Julier S.J., Uhlmann J.K. A New Extension of the Kalman Filter to Nonlinear Systems // Proc. of AeroSense: The 11th Int. Symp. on Aerospace/Defence Sensing, Simulation and Controls. 1997. URL: [https://www.cs.unc.edu/~welch/kalman/media/pdf/Julier1997\\_SPIE\\_KF.pdf](https://www.cs.unc.edu/~welch/kalman/media/pdf/Julier1997_SPIE_KF.pdf) (Дата обращения 11.04.2023)
2. Микаэльян С.В. Методы фильтрации на основе многоточечной аппроксимации плотности вероятности оценки в задаче определения параметров движения цели при помощи измерителя с нелинейной характеристикой: электронное научно-техническое издание. М.: Наука и образование. 2011. № 10. DOI: 10.7463/0117.0000922

**УДК 621.374.4**

### **ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОЧЕЙ ТОЧКИ РЕЗОНАНСНОГО УМНОЖИТЕЛЯ ЧАСТОТЫ НА ПОЛЕВОМ ТРАНЗИСТОРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТРАНЗИСТОРА**

Кривошеев А.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

[kazukl@mail.ru](mailto:kazukl@mail.ru)

Научный руководитель: Микаэльян С.В., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Одной из задач, решаемых в процессе проектирования резонансного умножителя частоты, является выбор напряжения смещения, обеспечивающего максимизацию

амплитуды гармоники тока, соответствующей заданному коэффициенту умножения, в выходной цепи транзистора.

Эта задача может быть решена, например, путем подбора подходящего смещения с помощью многократного моделирования умножителя частоты в программе-симуляторе электронных схем, однако более предпочтительным является нахождение аналитического решения или разработка методики расчета, основанной на использовании спецификации транзистора. В данной работе предлагается методика расчета зависимости амплитуды  $n$ -ой гармоники тока от смещения для схем резонансного умножителя частоты на полевых транзисторах (ПТ), основанная на эмпирической модификации известной математической модели ПТ, для использования которой необходимо знать только вольт-амперные характеристики (ВАХ), задаваемые в спецификации.

В работе с помощью моделирования схемы умножителя частоты в программе MicroCap v12 показано, что известное решение, основанное на кусочно-линейной аппроксимации проходной характеристики транзистора [1], предлагающее выбирать оптимальное смещение из условия  $\theta_{\text{опт}} = 180^\circ/n$ , где  $\theta_{\text{опт}}$  – оптимальное значение угла отсечки, приводит к большим погрешностям на практике.

Для схем резонансного умножителя на полевом транзисторе предложен способ расчета зависимости  $n$ -ой гармоники тока в выходной цепи от смещения на основе модели транзистора в виде  $i_c = f(u_{зи}, u_{си})$ , однако, показано, что при использовании для этого описанной в литературе [2] модели, предполагающей кусочно-квадратично-линейную аппроксимацию ВАХ, получаются значительные расхождения с зависимостью, снятой «экспериментально» – в программе MicroCap.

Для устранения выявленных расхождений предложена эмпирическая модификация данной модели, заключающаяся в переходе к произвольному вещественному показателю степени и введении дополнительного параметрически настраиваемого множителя, линейно зависящего от напряжения  $u_{си}$ . Значения настраиваемых параметров модифицированной модели вычисляются с помощью метода наименьших квадратов на основе данных, определяемых по ВАХ транзистора. Результаты расчета зависимости  $n$ -ой гармоники выходного тока транзистора от смещения в схеме резонансного умножителя частоты показали хорошее совпадение с результатами, полученными путем моделирования схемы. При этом, модифицированная модель достаточно точно аппроксимирует саму ВАХ ПТ.

Таким образом, в данной работе был определен порядок расчёта оптимального смещения резонансного умножителя частоты на ПТ и получена математическая модель ПТ пригодная, в отличие от предложенных в учебной литературе, для решения рассматриваемой задачи. Такая модель также лучше имитирует ВАХ ПТ по сравнению с рассмотренными, поэтому она может быть использована и для других целей.

#### Список литературы

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: учеб. для вузов. 5-е изд., стер. М.: Высшая школа, 2005. 462 с.: ил.
2. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники / пер. с англ. Изд. 2-е. М.: Издательство БИНОМ. 2014. 704 с.: ил.

УДК 681.524

## КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВ НАЗЕМНОЙ ТЕХНИКИ ПО АКУСТИЧЕСКОМУ СИГНАЛУ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА С ВРЕМЕННОЙ КОДИРОВКОЙ

Митр Д.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

mitrdv@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Глазков В.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В данной работе предложен алгоритм классификации типов наземной техники по акустическому сигналу, который основан на методе TESPAP (обработка и распознавание сигналов с временной кодировкой). Транспортное средство, перемещаясь, издает характерные звуки. Если предположить, что аналогичные транспортные средства, имеющие одинаковые рабочие условия, создают одинаковые звуки, то эти звуки можно использоваться для классификации типа транспортного средства. Для разделения объектов классификации на классы требуется использовать такие информативные признаки сигналов, которые являются наиболее эффективными для решения этой задачи [1]. Исходные данные для работы были получены экспериментально на полигоне. Источниками акустических сигналов являются: автомобиль КАМАЗ-4308 (колесный с дизельным двигателем), гусеничный трактор (с дизельным двигателем) и автомобиль ГАЗель (колесный с бензиновым двигателем). В данной работе длительность входного сигнала для принятия решения составляет 0.5 секунды, а частота дискретизации – 25600 Гц.

Метод, который использовался для извлечения информативных признаков из акустических сигналов – TESPAP (Time Encoded Signal Processing and Recognition) [2]. Это простой и эффективный язык описания сложных форм-сигналов в цифровых условиях.

Вся информация об амплитуде удаляется из входного сигнала с помощью двоичного преобразования, которое сохраняет только точки пересечения нуля исходного сигнала. Большая часть интересующей информации в сигнале содержится только в ее переходах через ноль. Для акустического сигнала эти образцы будут неравномерно распределены во времени. Способ реализации метода TESPAP основывается на подсчете локальных экстремумов в интервале между нулями. В этом случае TESPAP кодировщик использует два идентификатора: D и S [3]. Пары D/S, полученные из анализа исходного сигнала, кодируются с использованием алфавита. Этот алфавит является результатом процесса кластеризации. Были рассмотрены следующие методы кластеризации для нашей задачи классификации: k-средних, c-средних, на основе самоорганизующейся карты.

Основной проблемой алгоритма k-средних является чувствительность к выбору начальных центров кластеров. Классический вариант подразумевает случайный выбор кластеров, что часто является источником погрешности. С этой проблемой справляется алгоритм c-средних. Это алгоритм нечеткой кластеризации. Алгоритм k-средних имеет однозначный ответ, принадлежит ли точка тому или иному кластеру, а алгоритм c-средних позволяет одной точке лежать одновременно в двух или более кластерах. Самоорганизующаяся карта является одним из наиболее приемлемых алгоритмов в методике неконтролируемого обучения для кластерного анализа. Эти карты также можно назвать нейронными сетями Кохонена. Самоорганизующиеся карты учитывают все данные, подаваемые на вход для создания этих кластеров, и могут быть изменены таким образом, чтобы определенные фрагменты данных оказывали большее или меньшее влияние на то, где размещаются входные данные.



Для классификации объектов на основе метода TESPAP был использован алгоритм Левенберга – Марквардта. На основе данного алгоритма была спроектирована нейронная сеть для решения нашей задачи. Количество нейронов в скрытом слое – 50. Функция активации – сигмоида, функция ошибки – среднеквадратическая. Под тестовую выборку выбирается 25 % записей. Оценка точности классификации на тестовой выборке составляет 81.6 % для алгоритма k-средних, 88.6 % для алгоритма с-средних и для самоорганизующейся карты – 91.1%. Это свидетельствует, что реализованные в данной работе алгоритмы имеют достаточно высокую эффективность для извлечения характеристик из сложных нестационарных сигналов, в частности, алгоритм на основе самоорганизующейся карты показал самый лучший результат, но требования по вычислительной мощности для него значительно выше, чем для двух других алгоритмов.

#### Список литературы

1. Глазков В.В. Построение устройства идентификации моторизованных объектов колесной и гусеничной техники в миллиметровом диапазоне длин волн // Электромагнитные волны и электронные системы. 2012. № 12, Т. 17. С. 17-28
2. Lupu E., Feher Z., Pop P.G. On The Speaker Verification Using the TESPAP Coding Method // Proc. of International Symposium on Signals Circuits and Systems. 2003. V. 1. pp. 173-176.
3. Глазков В.В., Глазкова М.В., Митр Д.В., Харитонов В.А. Распознавание типа наземной техники по акустическому сигналу на основе алгоритма с временной кодировкой // Дневник науки. 2022. №12. С. 6-7.

#### УДК 53.091

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СВОЙСТВ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО ОТРАЖАТЕЛЯ ОТ ФОРМЫ ЕГО СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ

Пятибратов К.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

pyatibratovka@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Серёгин Г.М., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В настоящее время при движении спутника по орбите часто возникает опасность попадания в параболические отражатели антенн посторонних предметов: космической пыли, микрометеоров. В связи со всё возрастающим объёмом космического мусора на орбите частота подобных столкновений экспоненциально возрастает с каждым годом [1]. Каждое такое столкновение приводит к длительным колебаниям элементов конструкции отражателя в связи с малой жёсткостью конструкции и отсутствием вязкого сопротивления атмосферы. Это вызывает динамические искажения в диаграмме направленности (ДН) антенны и снижение её коэффициента усиления.

Частоты электромагнитных волн, с которыми работают подобные устройства, на несколько порядков превосходят частоты первых 4-5 гармоник механических колебаний отражателя [2]. За промежутки времени, в течение которых отражатель наиболее деформирован, устройство может потерять сразу несколько сообщений в связи с ослаблением сигнала [3].

В настоящей работе выполнен модальный анализ параболического отражателя и получены деформированные модели, соответствующие наиболее вероятным формам его свободных колебаний. Проведён анализ ДН деформированного отражателя, определены

ключевые типы искажений, вносимых каждой из рассмотренных форм колебаний, и даны оценки степени снижения эффективности антенны.

Анализ диаграммы направленности показал, что наибольшие искажения в работе устройства возникают на главной гармонике, т.е. на самой низкой частоте свободных колебаний. На высших гармониках (формах собственных колебаний) эффективность зеркала восстанавливается. Также отмечено, что искажения ДН проявляются сильнее для волн, длина которых меньше характерного расстояния между узлами стоячих волн колеблющегося отражателя.

Потери напряжённости электромагнитного поля в фокусе отражателя достигают единиц децибел (дБ), что может послужить причиной потери сигнала, особенно для задач межпланетной радиосвязи, когда мощность передатчика весьма мала.

По результатам исследования были выдвинуты гипотезы для экспериментальной проверки параметров зеркала, спроектированного для установки на спутник. Дальнейшее развитие исследования включает анализ экспериментальных данных испытаний на вибростенде с последующим внесением изменений в конструкцию для повышения стабильности работы.

#### Список литературы

1. Артемьева Н.А. и др. Астероидно - кометная опасность: вчера, сегодня, завтра / под ред. Б.М. Шустова, Л.В. Рыхловой. Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. 383 с.
2. Бояршинов С.В. Основы строительной механики машин: учебное пособие для студентов вузов. Москва: Машиностроение, 1973. 456 с.
3. Банков В.Н. и др. Радиоприемные устройства / ред. Л.Г. Барулин. Москва: Радио и связь, 1984. 272 с.: ил.

**СЕКЦИЯ «РАКЕТНЫЕ И ИМПУЛЬСНЫЕ СИСТЕМЫ»****УДК 533.6****РАЗВИТИЕ БИБЛИОТЕКИ ПОДПРОГРАММ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ЧАСТИ РАСЧЁТА МОМЕНТА КРЕНА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

Абанин И.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
a.ilia11@mail.ru

Краснова А.П., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
krasnovaanastasia585@gmail.com

Лазарев А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
lazarev.arkadiy@gmail.com

Шелобанов Л.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
leonidius8@yandex.ru

Научный руководитель: Тищенко Д.Ю.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Одной из ключевых задач проектирования летательного аппарата (ЛА) является определение его аэродинамических характеристик (АДХ). На начальном этапе проектирования наиболее часто применяется эмпирико-аналитический способ расчета АДХ, заключающийся в использовании формульных и графических зависимостей, полученных теоретическими и экспериментальными методами. Недостатком данного метода является необходимость многократного обращения ко множеству графиков со сложными входными комплексами. Ручное снятие значений с данных графиков замедляет процесс аэродинамического расчета и не позволяет его автоматизировать.

Для решения данной проблемы была разработана библиотека подпрограмм для автоматизированного расчета АДХ ЛА [1], полученная путем оцифровки графических зависимостей, приведенных в открытой литературе [2, 3]. Оцифровка такого массива графиков представляла собой сложный и трудоемкий процесс. В частности, для графиков, представленных в виде изолиний, необходимо было разработать новую методику их оцифровки, так как стандартные методы не позволяли получить приближенные к графику интерполированные результаты.

Библиотека подпрограмм существенно сократила время (как минимум на 3 часа), необходимое на единичный расчет АДХ ЛА. В рамках учебного процесса она позволила перенацелить время студентов, затрачиваемое на снятие значений с графиков, на оптимизацию геометрии ЛА, изучение их влияния на его АДХ, более глубокое понимание использованной методики определения АДХ ЛА.

Однако на этом развитие библиотеки не заканчивается. В течение последнего времени были добавлены новые функции, необходимые, преимущественно, для расчета момента крена. При этом часть графиков была заменена на аналитические зависимости, что позволило расширить диапазон входных значений функций и повысить точность определения выходных параметров. Авторы продолжают совершенствовать и существующие функции, уточняя данные из открытых источников.

## Список литературы

1. Тищенко Д.Ю., Лаптева Л.А., Гарпинич Д.Н., Лазарев А.А., Широкопетлев Н.К., Михайлов Д.С. Разработка библиотеки подпрограмм для автоматизированного аэродинамического проектирования в рамках учебного процесса // Известия Тульского Государственного Университета. Технические науки. 2023. В. 1. С. 205-213.
2. Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов: учебное пособие для ВУЗов. Изд. 2-е переработанное и доп. Москва: Машиностроение, 1973. С. 186 – 187.
3. Краснов Н.Ф. Аэродинамика. Ч. II. Методы аэродинамического расчета.: учебник для студентов втузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. школа, 1980. 416 с.: ил.

**УДК 531.554****ОПТИМИЗАЦИЯ ВНЕШНЕБАЛЛИСТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Василихин Р.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

rvasilikhin@gmail.com

Научный руководитель: Лаптева Л.А.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Задача внешней баллистики состоит в доставке заданной массы полезной нагрузки из одной точки пространства в другую. Задача внешнебаллистического проектирования заключается в нахождении для этой цели такой комбинации значений неких принятых варьируемых параметров, которые обеспечивают наилучшее значение критерия оценки.

Актуальность этой задачи заключается в том, что она является неотъемлемой частью всего процесса проектирования нового изделия, а не просто самостоятельной задачей. Следовательно, от эффективности решения этой задачи напрямую зависит и эффективность всего процесса проектирования. Необходимо делать процесс проектирования более эффективным для достижения необходимых результатов на выгодных условиях, одно из главных таких условий является время, затрачиваемое на проектирование нового изделия.

При внешнебаллистическом проектировании возникает необходимость выбора оптимального варианта среди конкурирующих и сделать это бывает довольно сложно, особенно при большом количестве конкурирующих вариантов. Традиционный подход к решению таких задач предполагает наличие единственного показателя оценки [1], но в случае этой задачи показатель далеко не один. Тогда, задача внешнебаллистического проектирования является задачей многокритериальной оптимизации, часто не имеющей однозначного решения, которое можно было бы считать верным. Чтобы определиться с выбором, можно пользоваться одним из нижеперечисленных методов решения таких задач, которые были найдены, испытаны и проанализированы в ходе представленной работы.

Во-первых, составление множества Вильфредо Парето – заключается в составлении специального множества, называемого множеством Парето. В такое множество из конкурирующих вариантов попадают лишь те, которые являются лучшими хотя бы по одному из показателей оценки, по сравнению с другими рассматриваемыми вариантами [2]. Остальные варианты, которые проигрывают по всем показателям хотя бы одному из конкурирующих вариантов, исключаются из рассмотрения. Достоинство такого метода заключается в простоте его использования. Недостатком можно считать то, что

полученный результат является все еще множеством, пусть и с меньшим количеством элементов.

Во-вторых, введение составного критерия – заключается в составлении критерия, учитывающего значения показателей оценки и максимальное или минимальное значение которого указывало бы на оптимальный вариант. Обычно такой критерий записывается в виде дроби, в числитель которой помещаются значения показателей, которые стремятся максимизировать, а в знаменатель – минимизировать, тогда, вариант, обладающий наибольшим значением критерия, является оптимальным. Достоинствами такого метода являются единственность решения и то, что критерий задается вручную, то есть, возможно настроить его под конкретную задачу. Недостатком является сложность составления критерия, который грамотно покажет оптимальный вариант среди конкурирующих.

В-третьих, использования скалярного ранжирования – заключается в использовании существующих функций скаляризации для определения оптимального варианта, согласно заданному весу каждого показателя, отражающего его значимость при выборе. Оптимальным считается вариант, обладающий наибольшим значением выбранной функции скаляризации. Достоинствами такого метода являются простота использования и единственность решения, а также возможность назначения веса под конкретную задачу. Недостатком может являться сложность в определении значимости каждого показателя оценки.

Также имеется возможность применять один метод к результату другого. Это может быть, например, применение скалярного ранжирования или составного критерия на собранное множество Парето. Помимо этого, возможно применять методы независимо друг от друга, например, использовать скалярное ранжирование и составной критерий, решив задачу дважды, а после сравнить результаты. Такие подходы позволяют, кроме упрощения работы с обработкой информации, более точно выбрать оптимальный вариант.

Представленные методы показывают себя как методы, которые наиболее просты и удобны в использовании, по сравнению с другими методами решения задач многокритериальной оптимизации.

Оценка эффективности представленных методов показывает высокие результаты, которые разнятся в зависимости от количества конкурирующих вариантов и применяемого метода. Наблюдается сокращение времени, затрачиваемого на проектирование, от нескольких часов, при малом количестве конкурирующих вариантов, до нескольких суток – при большом. Повышение эффективности происходит за счет удаления лишних действий по обработке получаемой в ходе проектирования информации. Так же представляется возможным автоматизировать процесс проектирования, с помощью описанных методов, путем создания соответствующих алгоритмов для расчета на ЭВМ.

#### Список литературы

1. Гермейер Ю.Б. Введение в теорию исследования операций. М.: Наука, 1971. 382 с.
2. Домашова Д.В. Методы решения задач многокритериальной оптимизации: методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. 49 с.

**УДК 623.546****РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ УВЕЛИЧЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ РСЗО «УРАГАН»**

Васильев А.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

oki1581@gmail.com

Научный руководитель: Девятков А.Н., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Реактивные системы залпового огня (РСЗО) позволяют решать достаточно широкий круг боевых задач: поражение живой силы, командных пунктов, складов и других объектов военной инфраструктуры. Применение высокоточных снарядов для РСЗО в ходе современных вооруженных конфликтов вынуждает противоборствующие стороны размещать важные объекты своей инфраструктуры за пределами дальности РСЗО.

Учитывая, что применение фронтовой авиации в тылу противника может быть ограничено действием войсковой ПВО, актуализируется вопрос о расширении боевых возможностей РСЗО за счет увеличения их дальности. Так, в США на основе управляемой высокоточной авиабомбы GBU-39 и ракетной части боеприпаса MLRS M26 создана планирующая бомба GLSDB наземного базирования, которая способна запускаться с РСЗО M270 «MLRS» и M142 «HIMARS» и достигать дальности до 130 км.

Основная идея предложенной концепции увеличения дальности РСЗО 9К57 «Ураган» заключается в использовании вместо штатной боевой части (БЧ) снаряда 9М27Ф отделяющейся планирующей боевой части (ПБЧ), созданной на основе авиабомбы ФАБ-50. Данная бомба выбрана исходя из меньшей массы (60 кг) по сравнению с массой штатной БЧ (100 кг) и диаметром (219 мм), который чуть меньше диаметра снаряда 9М27Ф (220 мм).

Планирование и управление в полете обеспечиваются за счет раскрывающихся крыльев и рулей, а наведение на цель осуществляется за счет использования сигналов спутниковой навигации.

Траектория полета ПБЧ состоит из совместного полета двигателя от снаряда 9М27Ф и ПБЧ, отделения и торможения ПБЧ до окончательной стабилизации по крену и раскрытия крыльев с дальнейшим планирующим полетом.

Для математического моделирования полета составлена система дифференциальных уравнений динамики полета ПБЧ, особенностью которой является закон управления полетом, обеспечивающий максимальную дальность планирующего полета до 128 км.

Численные эксперименты показали, что максимальная дальность обеспечивается за счет своевременного гашения колебаний ПБЧ после раскрытия крыльев и отклонения рулей управления по тангажу на угол до 30 градусов [1] на протяжении почти всей дистанции планирующего полета.

#### Список литературы

1. Соловей Э.Я., Храпов А.В. Динамика систем наведения управляемых авиабомб. М.: Машиностроение, 2006. 328 с.

**УДК 629**

## **ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО МЕТОДА НАВЕДЕНИЯ ДЛЯ ЗУР МАЛОЙ ДАЛЬНОСТИ**

Гарпинич Д.Н., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

garpinich22@mail.ru

Научный руководитель: Лаптева Л.А.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Выбор метода наведения заложен в основу проектирования любой управляемой ракеты вне зависимости от дальности, на которую она рассчитана, или назначения. Поэтому важной задачей при проектировании ракеты является выбор рационального метода наведения, с помощью которого поражение цели будет выполняться максимально эффективно. В данной работе рассматривается процесс выбора рационального метода наведения на образце ЗУР малой дальности, но методика выбора будет аналогичной и для других образцов ракетного вооружения.

Процесс выбора рационального метода наведения осуществляется путём использования разработанной программы для расчёта различных методов наведения, относящихся как к теленаведению, так и к самонаведению.

Программа состоит из математической модели, которая составлена таким образом, чтобы использовался один алгоритм вычисления параметров ракеты, цели и носителя в процессе моделирования полёта ракеты в цель вне зависимости от выбранного метода наведения и интерфейса для удобного взаимодействия пользователя с математической моделью.

Математическая модель выражена в виде системы дифференциальных уравнений кинематического плоского движения носителя, ракеты и цели, в которую входят дифференциальные уравнения угла наклона траектории и координат по выбранным осям для ракеты, цели и носителя. Математическая модель движения ракеты, цели и носителя составлена на основе материалов, изложенных в [1] и [2].

Вычисление системы дифференциальных уравнений осуществляется по методу Эйлера, т. к. данный численный метод интегрирования является одним из самых простых, наглядных и точности которого достаточно для решения поставленной задачи.

Критериями рациональности при выборе метода наведения путём использования составленной математической модели являются: критерий минимума поперечной перегрузки, который определяется в процессе моделирования полёта исследуемого образца ЗУР; критерий максимального количества поражаемых целей, который определяется при построении зон пуска и поражения для используемых методов наведения.

После сравнительного анализа получаемых результатов по составленной математической модели проводится оценка возможности установки аппаратуры, необходимой для реализации метода наведения, в заданные габариты ракеты.

Таким образом, в результате проделанной работы, была сформирована и запрограммирована математическая модель расчёта полёта ракеты по методам наведения, разработан интерфейс для упрощённого взаимодействия с математической моделью и выполнен анализ методов наведения, исходя из которого, в качестве рационального метода наведения для ЗУР малой дальности был выбран метод наведения «три точки».

## Список литературы

1. Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С.: Динамика полета беспилотных летательных аппаратов: учебное пособие для ВУЗов. Изд. 2-е переработанное и доп. М.: Машиностроение, 1973. 616 с.
2. Астахова Т.П., Новиков Б.К., Васильева Г.В. Анализ методов наведения: учеб. пособие / под ред. В.В. Зеленцова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1977. 40 с.

**УДК 533.6****КОНЦЕПЦИЯ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА К АЭРОДИНАМИЧЕСКОМУ РАСЧЕТУ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПО ЭМПИРИКО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ МЕТОДИКЕ**

Голопапа М.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
mihailgolopapa@gmail.com

Евпак Д.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Ермолаев А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Новиков Я.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Стороженко М.Е., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Лазарев А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Михайлов Д.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Широкопетлев Н.К., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Научные руководители: Лаптева Л.А.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Тищенко Д.Ю.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Аэродинамические характеристики (далее АДХ) — совокупность данных, характеризующих силовое взаимодействие летательного аппарата (далее ЛА) с атмосферой. Используемые эмпирико-аналитические методики по расчету АДХ [1, 2] имеют множество графических зависимостей, что затрудняет автоматизацию расчетов и решение задачи аэродинамического проектирования летательного аппарата в рамках учебного процесса. Разработанная библиотека подпрограмм [3] позволяет значительно упростить эту задачу и может быть интегрирована в более сложные модели аэродинамического расчета ЛА.

Данная работа основывается на эмпирико-аналитической методике расчета АДХ, изложенной в. Эта методика предполагает сперва производить расчет АДХ изолированных частей ЛА, а затем определять суммарные АДХ всего ЛА. Изолированные части включают в себя фюзеляж и два пояса несущих поверхностей. Фюзеляж, в свою очередь, делится на носовую, цилиндрическую и кормовую части. В силу особенностей используемой модели рассчитывается ряд характеристик независимых друг от друга сочетания носа с цилиндром и кормовой части. Далее производится расчет АДХ всего



фюзеляжа. Несущие поверхности не делятся на составные части и рассчитываются в цельном изолированном состоянии. Исходя из многообразия форм, для каждой конфигурации носовых, кормовых частей несущих поверхностей существуют отдельные расчетные зависимости. После получения АДХ изолированных элементов летательного аппарата проводится расчет АДХ ЛА в целом. В рамках такого расчета возможно использование различных схем (например, «летающее крыло»), а также определение АДХ поясов несущих поверхностей с различным числом консолей и разной геометрией.

Для практической программной реализации проекта используется парадигма объектно-ориентированного программирования (ООП). Основная идея ООП заключается в проведении аналогии между реальными объектами и программным кодом, в разделении программы на отдельные объекты. Основопологающие четыре принципа ООП: абстракция, инкапсуляция, наследование и полиморфизм. Суть первого принципа заключается в отделении концепции от ее экземпляра, то есть класс объекта не должен зависеть от самого объекта. Инкапсуляция предполагает разграничение возможностей влияния объектов на содержимое других объектов, не принадлежащих им. Наследование – это возможность создавать новые абстракции на основе существующих, она позволяет построить иерархию классов. Полиморфизм обеспечивает реализацию различных классов с одинаковым интерфейсом. Для реализации программного обеспечения используется язык программирования Python 3. В основе этого языка лежит объектный подход. Настоящий проект содержит ряд классов: «фюзеляж», инкапсулирующий в себе следующие 2 класса, «нос + цилиндр» и «корма» и наследуемые от них подклассы, «несущая поверхность» в виде базового класса и наследуемых от него классов, соответствующих различным типам управляющих аэродинамических поверхностей, «ЛА», объединяющий все расчеты. Благодаря такой структуре классов в проекте есть возможность рассчитывать АДХ ЛА путем разделения последнего на составные части и расчета их АДХ в изолированном виде и рассчитывать нетипичные конфигурации ЛА. А благодаря применению ООП проект легко расширять и поддерживать. В него удобно добавлять новый функционал, другие типы элементов ЛА и уточненные формулы расчета.

#### Список литературы

1. Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов: учебное пособие для ВУЗов. Изд. 2-е переработанное и доп. М.: Машиностроение, 1973. 615 с.
2. Краснов Н.Ф. Основы аэродинамического расчета: аэродинамика тел вращения, несущих и управляющих поверхностей. Аэродинамика летательных аппаратов: учебное пособие. Изд. 2-е, стереотип. М.: ЛЕНАНД, 2022. 500 с.
3. Тищенко Д.Ю., Лаптева Л.А., Гарпинич Д.Н., Лазарев А.А., Широкопетлев Н.К., Михайлов Д.С. Разработка библиотеки подпрограмм для автоматизированного аэродинамического проектирования в рамках учебного процесса // Известия Тульского Государственного Университета. Технические науки. 2023. В. 1. С. 205-213.

**УДК 623.52****ПОВЫШЕНИЕ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТАНКОВЫХ ПУШЕК ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОПЛОТНЫХ ЗАРЯДОВ КОНВЕКТИВНОГО ГОРЕНИЯ**

Соколов Н.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

nekitsok10@yandex.ru

Научный руководитель: Суслиев В.С., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

К настоящему времени исчерпаны все классические методы повышения боевого могущества танковых пушек калибра 125 мм с раздельно-гильзовым заряданием. Одним из путей решения данной проблемы является применение новых метательных зарядов и, в частности, высокоплотных зарядов конвективного горения (ВЗКГ). Как известно, выстрел раздельно-гильзового зарядания с бронебойным подкалиберным снарядом имеет основной и дополнительный метательный заряд. Предполагается заменить основной метательный заряд на ВЗКГ, который представляет собой моноблок, изготовленный прессованием зёрен пороха, покрытых пленкой ингибитора (полимера). За счёт высокой плотности заряда и наличия ингибитора достигается высокая прогрессивность горения. Благодаря этому можно получить прирост дульной скорости при сохранении уровня максимального давления в канале ствола.

Точное математическое описание процесса конвективного горения [1] представляет собой большие трудности в программной реализации, поэтому изначально для быстроты проведения расчётов были приняты некоторые допущения и разработана более простая математическая модель [2], которая опирается на классическую систему уравнений внутренней баллистики [3], которая дополняется зависимостями (в том числе и эмпирическими), учитывающими особенности воспламенения и горения ВЗКГ. На основе данной модели и экспериментальных данных в 23 мм ствольной установке была решена прямая задача внутренней баллистики для 125 мм танковой пушки при использовании ВЗКГ без проведения оптимизации условий зарядания. В результате был получен прирост дульной скорости снаряда по сравнению с классическим зарядом порядка 4%. Необходимо отметить, что возможно получить более высокий прирост дульной скорости при подборе оптимальных параметров ВЗКГ.

Важно отметить, что в уравнениях математической модели используется довольно много допущений и эмпирических зависимостей, поэтому полученные результаты нуждаются в экспериментальной проверке.

#### Список литературы

1. Ермолаев Б.С. Конвективное горение и переход к низкоскоростной детонации в пористых энергетических материалах. // Химическая физика. 2020. 310 с.
2. Ермолаев Б.С., Сулимов А.А., Романьков А.В. Численное моделирование баллистического эксперимента с высокоплотным зарядом конвективного горения. // Химическая физика. 2002, Т. 21. №7, С. 79-87.
3. Серебряков М.Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет. М.: Машиностроение, 1974. 828 с.

**СЕКЦИЯ «РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И МЕХАТРОНИКА»****УДК 004.032.26 + 577.352.5 + 621.865.8****СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ НА ОСНОВЕ  
БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ЧЕЛОВЕКА**

Жарков М.И., студент,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

m.zharkov.11@gmail.com

Шилов Н.А., студент,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

nikita.shilov.2000@inbox.ru

Научный руководитель: Бошляков А.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В результате работы разработан и сконструирован стенд сбора данных, получена тестовые данные, определен формат входных и выходных данных для обучения ИНС, проведен подбор наиболее подходящих архитектур ИНС, проведено моделирование работы объекта управления, управляемого сигналами, снятыми на стенде, составлен план обучения ИНС, подобран оптимальный фильтр входного сигнала, проведен анализ формирования биосигналов человека, продумана конструкция устройства, снимающего сигнал с мышц руки человека.

Люди могут точно позиционировать объекты, модулировать силу захвата, а также самостоятельно принимать решения по исполнению какого-либо действия с объектом. На сегодняшний день такой уровень свободного манипулирования над объектами не доступен роботизированным системам. Но человек не способен поднять предмет большого веса, а если и способен, то может нанести вред собственному здоровью. В данной ситуации робототехнические системы можно сконструировать таким образом, какого это требует целевая. Но в подобных ситуациях требуется простота управления робототехнической системой для быстрого исполнения действий оператора [1]. Поэтому предлагается использовать систему управления манипулятором на основе сигналов с нательных датчиков, снимающих показатели непосредственно с мышц человека, что дает информацию как о положении рук, так и о прилагаемом к объекту усилии. Система построена на основе совместной регистрации электроимпедансного и электромиографического сигнала с одной системы электродов.

Системы управления манипуляторами на основе биоэлектрических сигналов уже имеют некоторые теоретические обоснования. Однако, для того чтобы такие системы стали широко используемыми, необходимо увеличить точность получения сигналов и работы системы, устранить шумы и помехи, разработать метод формирования сигнала управления по биоэлектрическому сигналу.

Гипотеза, лежащая в основе проектирования системы управления, заключается в том, что по сигналам с нательных датчиков и дополнительных сигналов с акселерометров можно построить сигнал управления на выходе системы. Причем благодаря нательным датчикам, мы также можем снимать информацию о прилагаемом усилии человека. Данную связь между входным и выходным сигналом предполагается искать с помощью ИНС. Для проведения экспериментов был сделан стенд для сбора данных, которые будут использованы для обучения ИНС.

Для решения проблемы с зашумленностью сигналов, получаемых с электромиографа, может быть использован нейросетевой фильтр. Этот метод позволяет

улучшить качество биоэлектрических сигналов, полученных от мышц, путём удаления шума и улучшения разрешения сигналов. Нейросетевой фильтр основывается на использовании искусственных нейронных сетей для обработки сигналов. Эта технология позволяет создавать адаптивные фильтры, которые могут изменять свою структуру и параметры для достижения наилучшей эффективности при фильтрации биоэлектрических сигналов [2]. Применение нейросетевого фильтра в системе управления манипулятором на основе биоэлектрических сигналов может значительно повысить точность и надежность управления, улучшить качество сигналов и, как следствие, уменьшить риск ошибок при выполнении задач.

После первого этапа обработки входного сигнала мы получаем задающий вектор характеристик, в соответствие которому необходимо сопоставить выходной вектор – вектор перемещения звеньев манипулятора и прилагаемого усилия. Данную задачу можно решить несколькими способами. В первом случае можно использовать полносвязную нейронную сеть, с несколькими скрытыми слоями, множественным входом и выходом [3]. Другим вариантом исполнения архитектуры, обеспечивающей соответствие вектор-вектор, является архитектура энкодер-декодер.

По итогу работы на стенде были собраны тестовые данные для определения входного формата данных и подобрана необходима для таких данных архитектура ИНС. Также был выбран фильтр для предварительной обработки входного сигнала. Далее будет проводиться комплексный сбор данных и обучение ИНС на тренировочной выборке.

#### Список литературы

1. Робототехника в особых условиях, дистанционно управляемые роботы и манипуляторы. URL: <http://roboticslib.ru/books/item/f00/s00/z0000033/st014.shtml> (Дата обращения 19.02.2023)
2. Tan L., Jiang J. Digital Signal Processing, Fundamentals and Applications // Adaptive Filters and Applications. 2019. 421 p.
3. Pham V.C., Wang Y.N. Adaptive trajectory tracking neural network control with robust compensator for robot manipulators. // Neural Computing and Applications. 2016. pp. 527.

#### УДК 681.5

#### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МАГНИТНОГО ПРИВОДА НА ОСНОВЕ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТА

Рубцов П.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет “Специальное машиностроение”  
petya.rubtsoff@yandex.ru

Научный руководитель: Калинин А.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет “Специальное машиностроение”

В современных электрогидравлических приводах мобильной техники и авиации часто используются пропорциональные элементы управления. Описание подобных устройств является непростой задачей, особенно если учитывать явления, описываемые нелинейными функциями. Для управления гидравлическими распределителями часто применяются пропорциональные электромагниты. Но такие конструкции требуют парного исполнения – установки двух электромагнитов для обеспечения реверсивности движения за счёт того, что один пропорциональный электромагнит способен двигаться лишь в одну сторону в силу его физических процессов [1]. Для облегчения конструкции пропорционального распределителя, а также снижения

материалов для его изготовления предлагается использовать привод на основе пропорционального электромагнита – такая конструкция способна обеспечить реверсивность движения без парного исполнения. Это достигается за счёт использования не только катушки с сердечником, но и постоянного магнита в конструкции.

Проблемой данного устройства является проблема в его описании – новая конструкция, которая сильно отличается от аналогов, требует переосмысления физических процессов, протекающих в системе. Также, для проверки работоспособности предлагаемого алгоритма, требуется математическое описание электромагнитного гистерезиса.

С точки зрения протекаемых процессов можно описать работу конструкции так: предположим, что в начальный момент времени сердечник имеет нулевую остаточную намагниченность, и, как следствие – будет находиться в нулевом положении. Управление будем осуществлять по току – ведь именно он будет определять усилие, и как следствие – положение, за счёт того, что у нас будет пропорциональная деформация пружины. При подаче тока, протекающего через катушку, будет появляться сила ампера, как сила, приложенная к рамке с током, находящейся в постоянном магнитном поле. Под действием этой силы катушка будет перемещаться, демпфировать движение будет вязкое трение и противоэдс. Сердечник, который усиливает магнитное поле, будет втягиваться следом в катушку, толкая собой золотник устройства, т.к. они жёстко связаны. Сам сердечник будет подвешен на тарельчатых пружинах, что будет приводить к снижению сухого трения, и, как следствие – повысить качество работы устройства.

Одним из самых сложных моментов в описании электромагнита является описание гистерезисного эффекта. Воспользоваться готовыми данными не получится так как данные по петле гистерезиса могут показать только максимальные параметры для системы. Физический процесс гистерезиса можно рассмотреть с точки зрения энергетики [2]. Другими словами, можно представить, что электрическая энергия тока переходит в намагничивание сердечника. Рассматривать данный процесс в рамках нашей модели будем следующий образом: пусть намагничивание имеет 2 составляющие – постоянную и переменную. Постоянная энергия является энергией остаточной намагниченности. Эта энергия никуда не денется если прямо сейчас убрать ток из системы. Строго определить эту величину можно только в ходе эксперимента, так как при постепенном уменьшении тока она будет уменьшаться вместе с ним, скорость этого уменьшения определить аналитически крайне проблематично. Однако такие процессы можно аппроксимировать с приемлемой точностью. Переменная величина энергии напрямую зависит от тока и практически линейно связана с ней. При уменьшении тока она будет практически моментально уменьшаться вместе с ним. Для описания нашей модели важным моментом является нахождение соотношения запасённой и временной энергии на каждом участке, который определяется величиной намагниченности. В данной работе предлагается разбить процесс на 2 участка, в каждом из которых будет заданное распределение энергий. Данные были получены с данных о гистерезисных петлях для магнитомягких материалов, используемых для сердечников.

Для снижения влияния гистерезиса предлагается использовать алгоритм корректировки значения управляющего сигнала с датчика положения. Идея алгоритма заключается в использовании информации о текущей намагниченности магнита и напряженности поля. Также для функционирования алгоритма необходимо знать две характеристики магнита — зависимость силы от перемещения при заданных токах, а также зависимость магнитной индукции от напряжённости для заданных токов. На основании всех этих данных будет можно построить алгоритм, минимизирующий

воздействие гистерезиса на систему управления, а именно улучшающий качество переходных процессов [3].

#### Список литературы

1. Сливинская А.Г. Электромагниты и постоянные магниты. М.: Энергия, 1972. 248 с.
2. Ковалев О.Ф. Комбинированные методы моделирования магнитных полей в электромагнитных устройствах. Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 2001. 220 с.
3. Рубцов П.В., Новак А.В. Проблемы управления пропорциональными магнитами. // Политехнический молодежный журнал. 2022. № 10(75). DOI 10.18698/2541-8009-2022-10.

**УДК 681.772, 004.8, 615.82**

### **КОЛЛАБОРАТИВНЫЙ РОБОТ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ЦЕЛЕЙ**

Удодова М.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет “Специальное машиностроение”

mariya\_002001@inbox.ru, udodovamd@bmstu.ru

Научный руководитель: Назарова А.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет “Специальное машиностроение”

В медицине нередко применяют медицинский массаж в качестве метода предупреждения и лечения различных заболеваний. Широкое распространение получили методы рефлекторного воздействия, в основе которых лежит принцип рефлекса – наиболее универсального механизма нервной деятельности [1]. Массажный робототехнический комплекс, разработанный с использованием нейросетевых алгоритмов, позволяет массировать нижние конечности пациента. Одной из важных задач при разработке робота для массажа, является задача обеспечения безопасности при проведении процедуры. Безопасность заключается в контроле силы нажатия робота на тело человека. В процессе массирования биологически-активных точек, необходимо учитывать, что при нажатии на определенные точки можно нанести значительный вред организму пациента, такие точки важно не затрагивать.

Для симуляции робототехнического комплекса в программе CoppeliaSim предлагается использовать три коллаборативных робота UR10, камеру глубины, медицинскую кушетку, модель пациента. Использование трёх коллаборативных роботов, расположенных определенным образом, позволяет достигать без вреда для пациента все необходимые суставы нижних конечностей человека, включая стопы, коленные, голеностопные суставы.

С целью выявления суставов человека использовался заранее обученный нейросетевой алгоритм Open Pose. Open Pose – это система, определяющая позы людей в режиме реального времени. Данный алгоритм позволяет выявить местоположение людей на изображении и ориентацию их частей тела. Система принимает на вход в качестве входных данных цветное изображение размера  $w \times h$  и производит 2D-расположение анатомических ключевых точек для человека на изображении. Сеть прямой связи предсказывает набор 2D-карт доверия  $S$  местоположений частей тела и набор 2D-векторных полей  $L$  – полей сродства частей, кодирующих степень связи между частями тела [2].

Люди на изображении распознаются системой Open Pose с большей точностью чем модели людей в симуляторе, в следствие этого при проведении симуляции робототехнического комплекса использовалось несколько моделей людей, некоторые

модели не распознавались системой Open Pose, так как представляют из себя стилизованные модели и не похожи на человека в реальном мире.

На основе двумерных координат ключевых точек, полученных из сети Open Pose, возможно получение трехмерных координат. Эти точки соответствуют суставам на теле человека, таким как: коленный, голеностопный, локтевой и другие. Модель камеры глубины, входящая в состав робототехнического комплекса, позволяет получить трехмерные координаты точек расположения суставов пациента. По подобранным параметрам камеры глубины решена задача нахождения трехмерных координат в системе координат, связанной с камерой.

Путем добавления различных массажных насадок к манипулятору, массаж коленного и голеностопного суставов может производиться различными видами воздействий на тело пациента, такими как: круговое поглаживание, разминание, растирание, надавливание, точечные вибрации. В разработке применялись следующие массажные насадки: массажный валик, роликовая насадка, шариковая насадка. Коллаборативные роботы точно массируют суставы пациента, а также делают массаж по траекториям от одного сустава к другому.

#### Список литературы

1. Евдокимов В.И., Федотов А.Н. Точечный массаж. Метод управления самочувствием и работоспособностью. Т.: 1991. С. 35-49.
2. Cao Z., Hidalgo Martinez G., Simon T., Wei S., Sheikh Y.A. OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2019. V. 1. pp. 1–14.

## **СЕКЦИЯ «СТАРТОВЫЕ РАКЕТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ»**

**УДК 629.7.08**

### **АНАЛИЗ ОГРАНИЧЕНИЙ ПО ЧАСТОТЕ РЕГИСТРИРУЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ ВИДЕОФИКСАЦИИ КОЛЕБАНИЙ КОНСТРУКЦИЙ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Головтеева М.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

mgolovtееva@mail.ru

Научный руководитель: Игрицкая А.Ю.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В космической отрасли используется большое количество различных конструкций, состоящих из ферм. В настоящее время наземное оборудование стартовых комплексов (СК) ракет космического назначения (РКН) зачастую эксплуатируется очень длительное время. При этом несущие конструкции наземного оборудования длительное время находятся под воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды [1], что обуславливает необходимость мониторинга их состояния.

Одним из наиболее активно развивающихся и пригодных для применения для оборудования СК РКН методом мониторинга работоспособности таких конструкций является мониторинг изменения частот собственных колебаний несущих конструкций [1], поскольку при нарушении целостности конструкции подвержены изменению и собственные частоты их колебаний. Для того чтобы отследить работоспособность таких конструкций, можно использовать методы диагностики на основе измерения частот собственных колебаний, возбуждаемых в этих конструкциях различными нагрузками, например при изменении их положения при отводе перед пуском РКН [1].

При этом для наземного оборудования может быть использована видеофиксация колебаний, в том числе с точностью, меньшей размера пикселя [1]. Задача имеет специфический характер, поскольку в конструкции возбуждаются серьезные колебания в процессе отвода-подвода, а сам процесс скоротечен. Поэтому необходимо исследовать малое количество колебаний на малом промежутке времени с помощью специальных камер или тех, что уже установлены для объективного контроля предстартовых операций.

Для ограничений по частоте регистрируемых с помощью видеофиксации колебаний конструкций ракетных комплексов был проведен численный эксперимент, в рамках которого были смоделированы результаты видеофиксации колебаний с различающимися частотами и начальной фазой, а также определена относительная погрешность частот колебаний. Особое внимание было уделено низким частотам, поскольку существует хорошо известный верхний предел их измерения, связанный с особенностями дискретного анализа Фурье, который не позволяет измерить частоты выше определенного предела.

По результатам численных экспериментов в области низких частот при измерениях по 32 точки (кадров видеофиксации) наблюдаются относительно большие погрешности до 25%, поскольку между точками, получаемыми в результате дискретного анализа Фурье, достаточно большое расстояние, приводящее к таким результатам. При этом в наиболее благоприятном диапазоне частот погрешность не превышает 5%, что позволяет его использовать в отдельных практических случаях. Чтобы это варьировать, необходимо увеличивать количество точек измерения по времени, что не всегда возможно в силу физической природы решаемой задачи, или же увеличивать частоту съемки с учетом



возможности техники. Также специально проведенный анализ показал, что изменение фазы колебаний не влияет на погрешность идентификации частоты.

По результатам проведенного анализа можно сделать вывод о том, что рассмотренный метод диагностики в определенном диапазоне частот имеет достаточно малую погрешность для использования в отдельных практических случаях даже при ограниченном числе кадров видеофиксации, но имеются четкая верхняя граница идентифицируемых частот колебаний и увеличение погрешности идентификации в области низких частот. При этом в качестве основного способа борьбы с погрешностями следует рассмотреть увеличение частоты кадров с учетом возможности техники, что может повысить точность, либо применение более сложных методов обработки результатов измерений, которые планируется изучать на последующих этапах исследований. Кроме того, было показано отсутствие влияния фазы колебаний на результаты анализа колебаний конструкций, регистрируемых с помощью видеофиксации.

#### Список литературы

1. Igritskaia, A.Y., Igritsky, V.A., Zverev, V.A. Diagnostics of the launch system structures by analyzing the video footage of their motion // AIP Conference Proceedings. 2019. DOI: 10.1063/1.5133249.

#### УДК 629.7.08

### ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТУРОВ ВОЗДУШНОГО ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА В ТРАНСПОРТНОМ КОНТЕЙНЕРЕ

Шестаков Е.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

lollygag@list.ru

Научный руководитель: Матвеева О.П., д.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Рассматривается задача термостатирования космического аппарата (КА) при доставке его из аэропорта на космодром в транспортном контейнере (ТРК). Предложены контуры термостатирования КА в ТРК с использованием промежуточного кожуха. Сравнивается электропотребление холодильно-нагревательной установки (ХНУ) при наличии кожуха и в его отсутствии [1].

Для исследования выбран характерный вид транспортного контейнера для условного КА. Рассматривались два варианта организации контуров термостатирования воздушных систем обеспечения теплового режима (ВСОТР). В первом варианте – в зоне КА воздух циркулирует по свободному контуру во всем объеме ТРК. Во втором варианте – воздух циркулирует через теплоизолированный кожух с ограниченным воздушным контуром. Для исследования в качестве допустимого интервала температур КА принят  $+15...+25^{\circ}\text{C}$  при допустимом перепаде температур на поверхности КА  $5^{\circ}\text{C}$ . Рассматриваются летний и зимний режимы транспортировки.

Температура наружного воздуха в летнем режиме может изменяться до  $+40^{\circ}\text{C}$  при отсутствии ветра. Для вариантов 1 и 2 рассматривался одинаковый массовый расход поступающего в контуры воздуха, равный  $2\text{ кг/с}$ , при температуре  $+8$  и  $+12^{\circ}\text{C}$  соответственно. Входные патрубки располагаются выше выходного для обеспечения перемешивания холодного воздуха за счет свободной конвекции.

Расчетные поля температур в воздушных контурах для зимнего режима приведены при условии температуры наружного воздуха минус  $52^{\circ}\text{C}$ , скорости ветра  $25\text{ м/с}$  и при

отсутствии солнечного излучения. Массовый расход поступающего в контуры воздуха составляет 2 кг/с, а температура - минус 23 и минус 25°C соответственно для вариантов 1 и 2. Входные патрубки здесь, наоборот, ниже выходного – для обеспечения перемешивания внутреннего нагретого воздуха за счет свободной конвекции.

При ограничении воздушного контура термостатирования КА за счет использования кожуха, увеличилась скорость воздуха в зоне КА. Потребовалось решить задачу по уменьшению скорости воздуха и одновременно сохранить тепловой режим КА. Для решения этой задачи была увеличена суммарная площадь входного сечения за счет использования двух штуцеров на входе, установлены два наклонных диффузора для поступающего воздуха. С помощью диффузоров образованы разнонаправленные воздушные потоки для равномерного обтекания и термостатирования.

При исследовании распределения температуры на поверхности КА зимой в условиях ограниченного воздушного контура появилась необходимость в решении задачи по устранению теплового моста между опорным кольцом КА и опорой несущей рамы. Между КА и рамой была установлена теплоизолирующая проставка, чтобы сократить тепловые потоки за счет теплопроводности опоры и устранить тепловой поток, подводимый к основанию КА от окружающего холодного воздуха.

Расчеты проводились для стационарного режима с помощью программного комплекса SolidWorks Flow Simulation. При летнем режиме расчетные температуры воздуха в зоне КА принадлежат допустимому диапазону. Для первого варианта – максимальная температура поверхности КА составляет +21°C, для второго варианта +20°C. Зимой расчетные температуры воздуха в зоне КА также соответствуют допустимому диапазону. Для первого варианта минимальная температура поверхности КА составляет +19,3°C; а для второго варианта +22,3°C.

Проведено сравнение мощности электропотребления ХНУ систем термостатирования для рассмотренных двух вариантов воздушных контуров при транспортировке КА в контейнере в летний и зимний период [1]. Сравнительный расчетный анализ показал, что с точки зрения электропотребления предложенный вариант 2 с кожухом для КА и ограниченным воздушным контуром является более предпочтительным, чем традиционный. Снижение мощности электропотребления ХНУ в предложенном варианте 2 составит примерно 81 и 76 % соответственно в летнем и зимнем режимах, что является важным для подвижных агрегатов.

Таким образом, ограничение воздушных контуров термостатирования КА в подвижных ТРК за счет использования теплоизолированного кожуха позволит снизить мощность электропотребления ХНУ системы термостатирования и соответственно уменьшить массогабаритные характеристики ХНУ, сохранив тепловой режим КА, а также обеспечить меньшую зависимость от габаритных характеристик ТРК при различных конфигурациях КА.

#### Список литературы

1. Аджян А.П., Аким Э.Л., Алифанов О.М., Андреев А.Н. Ракетно-космическая техника. Машиностроение: Энциклопедия. Т. IV-22: энциклопедия. В 2 книгах. Книга 1 / под ред. академика РАН К.В. Фролова. М.: Машиностроение, 2012. С. 384-388.

**СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ»****УДК 620.1****ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ МАСШТАБНОГО ФАКТОРА ТОЧНОСТИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ИЗДЕЛИЙ.**

Виноградова И.К., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

hhqqr.bmstu@mail.ru

Янко М.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Научный руководитель: Галиновский А.Л., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Вопросы повышения качества изготовления деталей машиностроения являются приоритетными и актуальными. Следует отметить, что важнейшим показателем качества является точность параметров изготавливаемого изделия. Сложность решения проблем точности состоит в необходимости учета большого количества факторов, оказывающих влияние на технологический процесс изготовления изделия и вызывающих определенные операционные погрешности. В этой связи целесообразным является применение вероятностно-статистических методов, универсальность которых позволяет задействовать их в решении широкого круга научно-технических задач.

Точность изготовления изделий неотъемлемо связана с понятием технологической наследственности. Одним из наиболее устойчивых факторов наследования является фактор вероятностного влияния геометрических параметров (габаритов) заготовки на величину погрешности формо- и структурообразования изготавливаемой детали (масштабный фактор). Следует отметить, что эффект наследования заметен тем более, чем выше точностные показатели изделия, что является весьма значимым в условиях роста требований, предъявляемых к авиационно-космическим системам.

Кроме того, для достижения заданной точности и создания наиболее благоприятных условий для решения технологических задач необходимо обеспечение рационального базирования деталей.

Исследования показали, что масштабный фактор точности (МФ) присутствует в широкой гамме технологических процессов изготовления высокоточных деталей. Наиболее наглядно влияние МФ на точность обработки проявляется при оценке погрешностей изготовления подобных и/или близких к геометрическому подобию деталей типа валов, втулок, подшипниковых узлов, и т.д. с идентичной и/или близкой технологией изготовления исследуемой группы деталей.

Исходя из вышесказанного, под МФ следует понимать вероятностное влияние геометрических параметров изучаемых объектов, в частности площади обрабатываемой поверхности, на величину погрешностей их изготовления или сборки (детали, узла, агрегата и т.д.).

К внешним факторам относятся те, которые благодаря своим возможностям могут влиять на состояние изделия, его структуру, геометрию, свойства и т.д. Внутренние являются следствием или результатом воздействия внешних факторов, к ним может быть отнесен МФ, технологическая наследственность и пр.

Проявление МФ точности носит качественный характер и не позволяет построить количественные соотношения, позволяющие дать числовую оценку его влияния на

выходные параметры формообразования, в первую очередь на геометрические погрешности, возникающие в процессе ее изготовления.

Согласно определению МФ в качестве исследуемого параметра будем анализировать влияние площади контакта ( $S$ ) между деталью и оснасткой на вероятность образования некоторой геометрической погрешности базирования.

Так как, наличие аномалии (возмущения) и ее отсутствие на анализируемой контактной поверхности между деталью и оправкой образуют полную группу событий (их суммарная вероятность равна единице) получим, что вероятность  $P(S)$  появления аномалии базирования на контактной поверхности  $S$  будет равна:

$$P(S) = 1 - P * (S) = 1 - \exp(-CS) \quad (1)$$

Данное вероятностное соотношение количественно связывает вероятность образования погрешности базирования  $P(S)$  с величиной площади поверхности контактного взаимодействия между заготовкой и приспособлением ( $S$ ) и качеством этих поверхностей  $C$  (наличием на них геометрических аномалий).

С точки зрения вероятностной оценки реального контактного взаимодействия системы заготовка-приспособление, соотношение (7) следует рассматривать как первое приближение. В действительности рельеф контактных (базовых) поверхностей или точнее поверхностей, по которым происходит базирование, значительно сложнее и не может характеризоваться только одним параметром « $C$ ». Поэтому более корректным следует считать выражение вида:

$$P_i(S) = 1 - P_i * (S) = 1 - \exp(-C_i S) \quad (2)$$

где: индекс  $i$  соответствует некоторой средней концентрации  $C_i$  характерных аномалий на контактных (базовых) поверхностях, а  $P_i(S)$  означает вероятность появления геометрической погрешности, соответствующей данному значению  $C_i$ , которое в общем случае  $C = var$ .

#### Список литературы

1. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбаев В.С. Основы расчетов на трение и износ. М.: Машиностроение, 1977. 526 с.
2. Гмурман В.Е. Теория вероятности и математическая статистика. М.: Высшая школа, 1997. 479 с.

**УДК 621.7.01****ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ В ИЗДЕЛИЯХ АВИА- И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Дынченкова Т.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

dynch@mail.ru

Залипаев А.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

amzalipaev@gmail.com

Кононова Д.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

kononovadv@bk.ru

Сабуров, Ф.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

fyodor.saburov.01@gmail.com

Научный руководитель: Васильева Т.В., ст. преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В работе показаны результаты изучения мирового и Российского рынков беспилотных летательных аппаратов. В рамках исследований были проанализированы свойства металлов, их сплавов и композиционных материалов, применяемых в авиа- и ракетостроении. Также на примере детали беспилотного летательного аппарата был рассмотрен альтернативный сверлению метод прокалывания для получения отверстий в многослойных композитах, как показали экспериментальные исследования, создающий условия для более надежного и прочного соединения элементов конструкций.

Изучение отраслей, использующих композиционные материалы (КМ), показало перспективу их применения – потребление КМ возросло за последнее десятилетие на порядок, расширяется рынок производителей и покупателей изделий из композитов. Наряду с этим, свойства и преимущества и недостатки КМ полностью не исследованы и также насущным остается вопрос обработки композиционных материалов.

Цель работы - продемонстрировать актуальность использования новых композиционных материалов и новых методов их формоизменения для деталей авиа-и ракетно-космической техники.

Изготовление изделий в машиностроительной отрасли связано с необходимостью обеспечения высокой прочности при минимальной массе, что обуславливает использование новых материалов. Одной из задач работы являлось исследование возможности замены традиционных материалов на композиционные на примере закрывка беспилотного летательного аппарата, что позволяющей повысить эффективность работы аппарата в целом и снизить вес и стоимость, затрачиваемую на изготовление детали. На основе выполненных исследований было выбрано углеволокно, как наиболее эффективный материал для изготовления рассматриваемого образца. Был получен опытный образец из экструдированного пенополистирола (ЭППС), в качестве ламината использовалась однонаправленная углеткань 420 г/м<sup>2</sup>, 12К и клей ЭДП, который подтвердил высокую прочность и легкость углепластика.

Для выбора материала было проведено сравнение стоимости производства закрывка из композитов и традиционных материалов. Для оценки эффективности для каждого материала была учтена плотность, удельная прочность [1] и стоимость за 1 кг для металлов и 1 м<sup>2</sup> для композитов. Была создана 3D модель детали - закрывка одной из моделей беспилотного летательного аппарата, для получения объема и площади

поверхности исследуемой детали. Сравнение массовой и экономической выгоды рассматриваемых материалов проводилось при помощи унифицированного коэффициента равного производству массы детали на ее итоговую стоимость, на основе полученных значений был выбран конечный материал для изготовления экспериментального образца. Подтвердилось предположение о превосходстве композиционных материалов над традиционными сплавами на никель-хромовой и никель-кобальтовой основе, применяемых в аэрокосмической технике, по массовой и экономической выгоде. Оказалось, что, хотя стоимость углепластика выше (примерно в 9 раз), его высокая удельная прочность и легкость позволяют снизить общий вес беспилотного летательного аппарата (БПЛА), что в свою очередь, увеличивает его эффективность и экономичность.

Другой поставленной задачей являлось опробование метода прокалывания [2] для новых материалов, в частности, используемых при производстве БПЛА. В качестве экспериментального образца была принята деталь – закрылок. Сразу после ламинирования (материал ламината находился в полуотвержденном состоянии), в ней были выполнены отверстия по технологии прокалывания, проходящие слои ламината и ЭППС, диаметром 6 мм и 8 мм и затем сверлением (в отвержденном образце). Визуальный и инструментальный контроль отверстий в серии образцов показал лучшее качество поверхности материала и самих отверстий, на входе и выходе инструмента, отсутствие расслаивания, растрескивания, разорванных волокон КМ при использовании технологии прокалывания.

В дальнейшем планируется провести более глубокое исследование свойств образцов из углепластика и других композиционных материалов, возможность получения в них отверстий по технологии прокалывания и разработку для этого специальной оснастки.

В целом, исследование свойств образцов из углепластика и других композитных материалов, анализ свойств отверстий, полученных новыми нетрадиционными методами, является важным шагом в развитии новых технологий для создания более эффективных и безопасных беспилотных летательных аппаратов [3]. Результаты исследования могут быть использованы для разработки более выгодных по массе и стоимости конструкций аэрокосмической техники.

#### Список литературы

1. Сенюшкин Н.С., Ямалиев Р.Р., Ялчибаева Л.Р. Применение композиционных материалов в конструкции БПЛА. // Молодой ученый. 2011. № 4 (27). Т. 1. С. 59-61. URL: <https://moluch.ru/archive/27/2963/> (Дата обращения 09.04.2023).
2. Комков М.А., Васильева Т.В., Болотин Ю.З. Определение параметров формования отверстий в неотвержденном тканом композите методом прокалывания заостренным индентором. // Инженерный журнал: наука и инновации. 2017. № 9 (69). С. 11.
3. Колобков А.С. Полимерные композиционные материалы для различных конструкций авиационной техники (обзор) // Труды ВИАМ. 2020. № 6–7 (89). С. 11.

УДК 621.01

## РАССМОТРЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИКАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Камалов Т.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

tikama2000@gmail.com

Научный руководитель: Колпаков В.И., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В настоящее время пластиковые детали применяются практически повсеместно, и оборудование для производства изделий авиационной и ракетно-космической техники не является исключением. Изделия, изготовленные из неметаллических полимеров [1], в сравнении с металлическими аналогами позволяют уменьшить стоимость изготовления и последующего ремонта металлообрабатывающего оборудования, упрощают процесс изготовления нужных элементов, а также способствуют облегчению конструкции в тех местах, где это необходимо с соответствующими требованиями характеристиками. Однако, стоит отметить, что к данной технике предъявляются повышенные требования по качеству и характеристикам деталей и запчастей.

Одним из решений изготовления единичных и мелкосерийных деталей, а также запасных частей металлообрабатывающего оборудования является 3D-печать, имеющая для отдельных задач оптимальное соотношение цена-качество. Существует более 15 разновидностей 3D-печати, и в данном исследовании нами был выбран наиболее доступный и распространённый метод аддитивного производства, основанный на послойном нанесении расплавленного неметаллического полимера для создания конечного изделия по аддитивной технологии FDM (*fused deposition modeling*).

FDM (Fused Deposition Modelling) 3D-печать — это метод аддитивной печати, в основе которого лежит послойное направленное экструдирование расплавленного полимера в изначальном виде нити диаметром 1,75 или 3 мм (филамента) для создания конечного изделия. Ширина выдавливаемого потока линии материала определяется диаметром сопла, в данном исследовании выходной диаметр составляет 0,4 мм, высота слоя и другие параметры печати определяются программно и закладываются в файл печати при «слайсинге» (нарезке) изделия на 2D слои для последующей загрузки файла на 3D-принтер для реализации изделия.

Одной из проблем при создании деталей данным методом является возможность возникновения воздушных полостей при экструдировании слоёв детали. Указанный момент является важным, так как необходима монолитность изделия для поддержания требуемых свойств детали [2]. Для более подробного изучения данного вопроса были изготовлены образцы, а также реальные детали, использующиеся на оборудовании с последующим изучением имеющихся образцов и изделий на анизотропность и монолитность внутренней структуры, обработаны и проанализированы результаты.

На основе полученных данных были сделаны выводы о наличии внутрискруктурных полостей, расположенных вдоль линии укладки слоёв, которые негативно влияющих на характеристики изделия, получаемого аддитивной технологией FDM [3]. Был предложен вариант решения данной проблемы и сделаны выводы о практичности применения данного решения для изготовления полимерных деталей и элементов оборудования по технологии 3D-печати FDM для авиационной и космической отрасли.

Предложенным вариантом является модификация под стандартное сопло для 3D-принтера типа МК8. Это одно из наиболее часто применяемых сопел для реализации

FDM 3D-печати. На данный момент проводятся дополнительные исследования для проверки целесообразности применения модификации для сопел другого типа (E3D, TRONXY и т.д.).

В процессе решения практических задач с использованием аддитивной печати FDM была выявлена проблема наличия внутрискелетных полостей в получаемых изделиях. В качестве решения данного вопроса было предложено решение модификации оборудования, путем изменения конструкции детали печатающей головки. Была разработана усовершенствованная конструкция сопла. Были изготовлены образцы на исходном оборудовании, а также с использованием предложенной модификации. С распечатанными образцами были реализованы испытания на растяжение, также проведён визуальный и инструментальный контроль. Было доказано уменьшение количества внутрискелетных полостей на 60 % и увеличение прочностных характеристик на 17 % без изменения параметров печати. Сформированы выводы и рекомендации о целесообразности практического применения предложенного решения.

#### Список литературы

1. Минькова А.А. и др. Термопластичные композиционные материалы. Особенности технологических процессов. Применяемость, возможности и ограничения // Термопластичные материалы и функциональные покрытия. 2019. С. 44-54.
2. Степанова Е.Ю., Барсуков Г.В., Степанов Ю.С. Прорывные технологии нового поколения формообразования пространственно-сложных поверхностей наукоемких изделий // Известия тульского государственного университета. Технические науки. 2016. №.8-2. С. 243-249.
3. Камалов Т.В., Васильева Т.В. Возможности изготовления деталей металлообрабатывающего оборудования с использованием технологии аддитивного производства // Сборник трудов Международной научно-технической конференции. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2022, С. 312-314

#### УДК 621.9.014.5

### **ОСОБЕННОСТИ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ ПРИ СВЕРХСКОРОСТНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ**

Корнеев И.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

iskorneev@outlook.com

Научный руководитель: Колпаков В.И., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Механическая обработка, являющаяся неотъемлемой частью технологического процесса изготовления деталей, требует повышения эффективности и снижения трудоёмкости.

В настоящее время известен метод сверхскоростного резания (ССР). ССР является высокопроизводительным процессом. При сверхвысоких скоростях объём снимаемого металла в единицу времени возрастает в 3-5 раз, резко снижается машинное время обработки, качество обработанной поверхности сравнимо с качеством поверхности после шлифования, повышается точность изготовления деталей. Обработка со сверхвысокими скоростями даёт возможность воздействовать практически на все факторы производства деталей. Однако основным сдерживающим фактором использования при механической



обработке сверхвысоких скоростей резания является низкая стойкость режущего инструмента, обусловленная высокими температурами в зоне резания [1].

Проведённые экспериментальные температурные исследования в МГТУ им. Н.Э. Баумана показали [2], что температура резания при обработке со сверхвысокими скоростями резания не достигает своего установившегося значения мгновенно, а имеет место время неустановившегося режима резания, величина которого зависит от скорости резания и физико-механических свойств обрабатываемого и инструментального материалов.

Было сделано заключение о том, что, ограничивая время контакта режущего инструмента с заготовкой на участке неустановившегося режима резания, а за время холостого хода охлаждая инструмент, т.е. подбирая определенную периодизацию процесса резания, можно ограничить рост температуры резания, и, следовательно, уменьшить износ режущего инструмента. Это сделает возможным прерывистую обработку со сверхвысокими скоростями резания.

Одним из способов практической реализации прерывистого резания является фрезерование. Использование фрез различного диаметра при обработке с определённой скоростью и глубиной (шириной) фрезерования, приведет к изменению периодизации процесса и, следовательно, к изменению теплового режима режущего инструмента, его износу и стойкости.

После оценки технологических возможностей сверхскоростного фрезерования (ССФ) в МГТУ им. Н.Э. Баумана на экспериментальных установках, созданных на базе фрезерных станков при замене штатных шпинделей, можно сделать следующие выводы:

1. При использовании существующих в настоящее время инструментальных материалов ССФ могут обрабатываться конструкционные материалы, имеющие температуру плавления незначительно превышающую температуру красностойкости инструментального материала (алюминиевые, медные сплавы и т.д.)
2. Данный метод обработки можно рекомендовать для использования в производстве деталей РКТ из цветных материалов и сплавов с высокими требованиями к качеству обработанной поверхности и большим объемом снимаемого материала.
3. Основой широкой реализации ССФ является развитие конструкций приводов главного движения, обеспечивающих частоту вращения инструмента свыше  $100000 \text{ мин}^{-1}$ .

#### Список литературы

1. Корнеева В.М., Корнеев С.С. Совершенствование технологических процессов механической обработки // Технология машиностроения. 2013. № 11. С. 11-14.
2. Корнеева В.М., Корнеев С.С. Экспериментальная оценка возможности сверхскоростного резания лезвийным инструментом на основе температурного фактора // Технология машиностроения. 2016. № 9. С. 16-20.

УДК 621.924.93

## УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ СТРУЕФОРМИРУЮЩЕГО СОПЛА ПУТЁМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПУЛЬСИРУЮЩЕЙ СТРУИ

Прохоров Н.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

prohovor3333@mail.ru

Научный руководитель: Колпаков В.И., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Непрерывное расширение номенклатуры конструкционных металлических, неметаллических и композиционных материалов, используемых в промышленности и строительстве, требует новых технологий их обработки. Одной из таких технологий является резка высокоскоростной струей воды под большим давлением – водоструйная резка. Наличие абразива в такой струе позволяет резать твердые и труднообрабатываемые материалы значительной толщины, например, сталь толщиной до 200 мм или натуральный камень толщиной свыше 50 мм [1].

Однако существенным недостатком применения абразива является довольно низкая стойкость и ресурс сопла, а также дороговизна и сложность его изготовления. В зависимости от давления и количества абразива срок службы сопла не превышает сотни часов непрерывной резки [2]. Износ сопла приводит к нестабильному результату и изменению изначальных параметров гидроабразивной обработки. В связи с этим актуальной задачей является нахождение способов повышения стойкости и ресурса сопла при гидроабразивной резке.

В данной работе была разработана физико-математическая модель и методика расчёта пульсирующей струи для операции прошивки различных металлов. Методика основана на численном решении уравнений механики сплошной среды в двумерной осесимметричной постановке.

Процесс высокоскоростного взаимодействия струи с материалом преграды рассматривался в двумерной осесимметричной постановке в адиабатическом приближении, пренебрегая достаточно медленным процессом теплообмена. В подобного рода процессах, связанных с возникновением интенсивных полей напряжений, обычно пренебрегают действием внешних объемных сил типа сил тяжести. В качестве материала преграды рассматривался алюминиевый сплав АМгб, поведение которого при данном виде обработки хорошо описывается линейной баротропной зависимостью. В качестве модели поведения преграды была принята модель идеальной упругопластической среды [3].

Для описания разрушения элементов преграды под действием высокоскоростной гидроабразивной струи использовался критерий предельных пластических деформаций типа Смирнова-Аляева. При этом принималось, что при достижении уровня интенсивности деформаций в материале преграды, превышающем критические значения, материал последней считается разрушенным, т.е. теряет свою прочность и ведет себя как сыпучее твердое тело. Выбранный критерий позволяет имитировать влияние абразива на заготовку, не вводя в модель дополнительных элементов. В качестве уравнения состояния воды в предположении несжимаемости абразивного материала использовалось полиномиальное уравнение.

Граничными условиями для рассматриваемой задачи в рамках принятой расчетной схемы являлись:

1. Условие симметрии на оси ( $V_{\text{верт}} = 0$ ).
2. Отсутствие напряжений на свободных поверхностях ( $\sigma_n = 0$ ).

3. Соблюдение равенства нормальных напряжений и условия непротекания на контактных границах «жидкость-материал преграды»:

$$\sigma_{ij}^{(1)} \cdot n^j = p = \sigma_{ij}^{(2)} \cdot n^j \quad \text{и} \quad V_i^{(1)} \cdot n^i = V_i^{(2)} \cdot n^i. \quad (1)$$

Далее в программном комплексе ANSYS-AUTODYN было произведено численное решение задачи прошивки преграды из сплава АМг6 толщиной 4 мм монолитной и пульсирующей водной струёй со скоростями  $V_c = 600$  м/с и  $V_c = 800$  м/с. Причём монолитная струя задавалась с четырьмя различными вариантами процентного содержания абразива, а пульсирующая струя – с восемью вариантами соотношения длины элемента струи  $L_s$  и длины промежутка между элементами струи  $L_p$ .

После проведения расчётов по всем вариантам пульсирующей и монолитной струи был построен график зависимости времени прошивки преграды от количества абразива в монолитной струе и от варианта пульсирующей струи.

По результатам расчётов было выявлено, что при прошивке диска из сплава АМг6 толщиной 4 мм со скоростями  $V_c = 600$  м/с и  $V_c = 800$  м/с пульсирующая струя по эффективности аналогична классической монолитной струе с  $\approx 24$ -28%-ным массовым содержанием абразива. Было сделано предположение, что за счёт отсутствия абразивных свойств, замена монолитной гидроабразивной струи на пульсирующую позволит существенно увеличить срок службы сопла, сохранив при этом скорость прошивки.

#### Список литературы

1. Технология водоструйной (гидро-) и гидроабразивной резки и раскроя материалов. URL: [http://akron-s.ru/articles/tehnologiya\\_vodostrujnoy\\_gidro\\_i\\_gidroabrazivnoj\\_rezki\\_i\\_raskroya\\_materialov/](http://akron-s.ru/articles/tehnologiya_vodostrujnoy_gidro_i_gidroabrazivnoj_rezki_i_raskroya_materialov/) (Дата обращения 10.04.2023).
2. Гидроабразивная резка: плюсы и минусы технологии. URL: <https://crgt.ru/blog/obzory-tovarov/gidroabrazivnaya-rezka-plyusy-i-minusy-tekhnologii/> (Дата обращения 10.04.2023).
3. Бабкин А.В., Колпаков В.И., Охитин В.Н., Селиванов В.В. Численные методы в задачах физики быстротекающих процессов: учебник для втузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. Т.3. 516 с.

#### УДК 523.6

### ПРОБЛЕМАТИКА ЗАПОЛНЕННОСТИ НИЗКИХ ОКОЛОЗЕМНЫХ ОРБИТ НА 2023 ГОД

Титоренко В.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

ravatit@gmail.com

На данный момент на низких околоземных орбитах (НОО), которыми мы будем считать орбиты высотой от ста пятидесяти до двух тысяч километров, сосредоточено большое количество объектов, управляемых и не управляемых, которые как сейчас, так и в дальнейшей перспективе, могут затруднить изучение космического пространства.

Самой массивной частью управляемых объектов являются искусственные спутники Земли (ИСЗ), включенные в спутниковые группировки (СГ). На сегодняшний день численность таких спутников равна 4015 шт., восемьдесят пять процентов которых принадлежат группировке Starlink.

Её ИСЗ располагаются на орбитах различного наклона, имеющих высоту 530-570 км. На апрель 2023 года на орбиту было выведено 4051 спутника, из которых 3812 – первого поколения и 239 – второго поколения. Сведено же, переведено на парковочную орбиту или выведено из эксплуатации всего 392 спутника. К 2027 году на орбиту планируется вывести 12000 спутников, что несет за собой, помимо очевидных преимуществ для пользователей сети Интернет, препятствия для вывода новых космических аппаратов как на низкие, так и на высокие орбиты. Да, расстояние между спутниками огромно, но в перспективе, засилье орбит разных наклонов подобными группировками, ведет к недостаточно большому «свободному окну». Прямо сейчас об этой проблеме заявляет Международный астрономический союз. Он высказал озабоченность и заявил о недостаточном понимании влияния столь крупных спутниковых созвездий на возможности наблюдения за космическими телами с Земли.

Кроме Starlink'a на НОО также присутствуют такие СГ как OneWeb (428 шт.), Iridium (75 шт.), SES (55 шт.), SkySat (21 шт.) и Гонец (13 шт.), количество которых, как и количество частных, не участвующих в группировках спутников, неуклонно растет.

Тем не менее, бóльшую опасность несут не работающие орбитальные зонды, а те, что прекратили функционирование и не могут быть безопасно спущены на землю (рис.3). В этом случае их расположение на НОО с одной стороны работает как своеобразное решение проблемы – с течением времени без корректировочных программ они поддадутся влиянию гравитации и упадут на Землю. Но с другой, до этого момента их неуправляемый полет может спровоцировать столкновение с другими летательными аппаратами (ЛА), а также с космическим мусором (КМ) разных размеров, что в свою очередь приведет к увеличению КМ малых размеров на НОО.

Под космическим мусором подразумеваются все искусственные объекты и их фрагменты, в космосе, которые уже неисправны, не функционируют и никогда более не смогут служить никаким полезным целям, но являющиеся опасным фактором воздействия на функционирующие космические аппараты, особенно пилотируемые. В отчете Европейского космического агентства за 2022 год указано более 30 000 единиц космического мусора, которые регулярно отслеживаются сетями наблюдения за космосом, из которых: 36500 объектов КМ размером более 10 см, 1000000 объектов КМ размером от более 1 см до 10 см. и около 1000000 объектов размерами менее 1 см. Общая масса КМ на НОО, согласно отчетам Европейского космического агентства, составляет порядка 3-4 тонн.

Такое плотное скопление негабаритных объектов влечет за собой повышенную аварийность что при выведении новых космических аппаратов на орбиты, что при содержании уже выведенных объектов. За 2022 году было зафиксировано более 70 случаев возможного столкновения, из которых 45 пришлось на НОО. И, к сожалению, тенденция идет на увеличение подобных случаев.

#### Список литературы

1. Electronic textbook StatSoft. URL: <http://habrahabr.ru/post/218257/> (Accessed 15.03.2023).
2. Адушкин В., Аксенов О., Вениаминов С., Козлов С., Дедус Ф. О популяции мелкого космического мусора, ее влиянии на безопасность космической деятельности и экологию Земли // Международная конференция «Космический мусор: фундаментальные и практические аспекты угрозы». (Москва, 7-19 апреля 2019 г.) М.: ИНАСАН, ИКИ РАН. 2019. С. 20-32.
3. Назаренко А.И. Моделирование космического мусора. М.: ИКИ РАН, 2013. 216 с.

**УДК 629.7.08**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТУРОВ ВОЗДУШНОГО ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА В ТРАНСПОРТНОМ КОНТЕЙНЕРЕ**

Шестаков Е.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

lollygag@list.ru

Научный руководитель: Матвеева О.П., д.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Рассматривается задача термостатирования космического аппарата (КА) при доставке его из аэропорта на космодром в транспортном контейнере (ТРК). Предложены контуры термостатирования КА в ТРК с использованием промежуточного кожуха. Сравнивается электропотребление холодильно-нагревательной установки (ХНУ) при наличии кожуха и в его отсутствии [1].

Для исследования выбран характерный вид транспортного контейнера для условного КА. Рассматривались два варианта организации контуров термостатирования воздушных систем обеспечения теплового режима (ВСОТР). В первом варианте – в зоне КА воздух циркулирует по свободному контуру во всем объеме ТРК. Во втором варианте – воздух циркулирует через теплоизолированный кожух с ограниченным воздушным контуром. Для исследования в качестве допустимого интервала температур КА принят  $+15...+25^{\circ}\text{C}$  при допустимом перепаде температур на поверхности КА  $5^{\circ}\text{C}$ . Рассматриваются летний и зимний режимы транспортировки.

Температура наружного воздуха в летнем режиме может изменяться до  $+40^{\circ}\text{C}$  при отсутствии ветра. Для вариантов 1 и 2 рассматривался одинаковый массовый расход поступающего в контуры воздуха, равный  $2 \text{ кг/с}$ , при температуре  $+8$  и  $+12^{\circ}\text{C}$  соответственно. Входные патрубки располагаются выше выходного для обеспечения перемешивания холодного воздуха за счет свободной конвекции.

Расчетные поля температур в воздушных контурах для зимнего режима приведены при условии температуры наружного воздуха минус  $52^{\circ}\text{C}$ , скорости ветра  $25 \text{ м/с}$  и при отсутствии солнечного излучения. Массовый расход поступающего в контуры воздуха составляет  $2 \text{ кг/с}$ , а температура - минус  $23$  и минус  $25^{\circ}\text{C}$  соответственно для вариантов 1 и 2. Входные патрубки здесь, наоборот, ниже выходного – для обеспечения перемешивания внутреннего нагретого воздуха за счет свободной конвекции.

При ограничении воздушного контура термостатирования КА за счет использования кожуха, увеличилась скорость воздуха в зоне КА. Потребовалось решить задачу по уменьшению скорости воздуха и одновременно сохранить тепловой режим КА. Для решения этой задачи была увеличена суммарная площадь входного сечения за счет использования двух штуцеров на входе, установлены два наклонных диффузора для поступающего воздуха. С помощью диффузоров образованы разнонаправленные воздушные потоки для равномерного обтекания и термостатирования.

При исследовании распределения температуры на поверхности КА зимой в условиях ограниченного воздушного контура появилась необходимость в решении задачи по устранению теплового моста между опорным кольцом КА и опорой несущей рамы. Между КА и рамой была установлена теплоизолирующая проставка, чтобы сократить тепловые потоки за счет теплопроводности опоры и устранить тепловой поток, подводимый к основанию КА от окружающего холодного воздуха.

Расчеты проводились для стационарного режима с помощью программного комплекса SolidWorks Flow Simulation. При летнем режиме расчетные температуры воздуха в зоне КА принадлежат допустимому диапазону. Для первого варианта –

максимальная температура поверхности КА составляет +21°C, для второго варианта +20°C. Зимой расчетные температуры воздуха в зоне КА также соответствуют допустимому диапазону. Для первого варианта минимальная температура поверхности КА составляет +19.3°C; а для второго варианта +22,3°C.

Проведено сравнение мощности электропотребления ХНУ систем термостатирования для рассмотренных двух вариантов воздушных контуров при транспортировке КА в контейнере в летний и зимний период [1]. Сравнительный расчетный анализ показал, что с точки зрения электропотребления предложенный вариант 2 с кожухом для КА и ограниченным воздушным контуром является более предпочтительным, чем традиционный. Снижение мощности электропотребления ХНУ в предложенном варианте 2 составит примерно 81 и 76 % соответственно в летнем и зимнем режимах, что является важным для подвижных агрегатов.

Таким образом, ограничение воздушных контуров термостатирования КА в подвижных ТРК за счет использования теплоизолированного кожуха позволит снизить мощность электропотребления ХНУ системы термостатирования и соответственно уменьшить массогабаритные характеристики ХНУ, сохранив тепловой режим КА, а также обеспечить меньшую зависимость от габаритных характеристик ТРК при различных конфигурациях КА.

#### Список литературы

1. Аджян А.П., Аким Э.Л., Алифанов О.М., Андреев А.Н. Ракетно-космическая техника. Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV-22: энциклопедия: в 2 книгах. Книга 1 / под ред. академика РАН К.В. Фролова. М.: Машиностроение, 2012. С. 384-388.

**СЕКЦИЯ «РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИЕ КОМПОЗИТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ»****УДК 620.22****РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЛИКА ЛОПАТКИ ТУРБИНЫ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ ИЗ КЕРАМИЧЕСКОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА**

Агуреев М.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
matvey.agureev@gmail.com

Аляутдинов А.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
akim211101@gmail.com

Научные руководители: Барановски С.В., к.т.н

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Сапронов Д.В., к.т.н

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Современный самолет имеет в своем составе бесчисленное количество узлов и агрегатов, но среди них есть тот, без которого само понятие «самолет» теряет свой смысл. Это авиационный двигатель — ключевое звено летательного аппарата [1]. В силовой установке в первую очередь реализуется весь накопленный научный потенциал отрасли авиастроения, поскольку ее параметры в наибольшей степени влияют на летно-технические характеристики, безопасность, надежность и экономическую эффективность эксплуатации воздушного судна [2].

Важнейшими показателями совершенствования авиационного двигателя, как тепловой машины, являются удельная работа и эффективный КПД [3]. Улучшение данных показателей предполагает повышение нагруженности лопаточных машин (увеличение давления и температуры газа), снижение массы и рост удельных характеристик деталей двигателя. Уровень этих параметров непосредственно зависит от характеристик применяемого материала.

Высоконагруженные лопаточные машины современных ГТД пятого поколения изготавливаются из жаростойких и жаропрочных металлических сплавов. Характеристики используемых сплавов и покрытий на основе таких компонентов, как никель, хром, иттрий практически достигли максимума рабочих температур. Поэтому в данный момент остро стоит вопрос выбора новых высокотемпературных материалов для изготовления лопаточных машин и других высокотеплонагруженных деталей ГТД. В связи с этим, одним из возможных путей решения данной проблемы является создание и применение новых высокотемпературных конструкционных материалов с высокой удельной прочностью.

В зарубежных исследованиях в авиационных двигателях в основном применяются керамические композиционные материалы (ККМ) с многослойной (волокнуистой) структурой. Это связано с тем, что характеристики вязкости разрушения ККМ почти на порядок превышают характеристики вязкости разрушения монокристаллической керамики. Это обстоятельство, несмотря на более низкие по сравнению с монокристаллической керамикой прочностные характеристики, позволило разработать из ККМ детали авиационных двигателей.

Для решения данных проблем в ЦИАМ проводятся работы по разработке расчетных математических моделей и технологий проектирования, а также проводятся работы по изготовлению и испытаниям ККМ и изделий на их основе.

Объектом исследований в данной работе является разработка конструктивно-технологического облика лопатки турбины низкого давления из керамического композиционного материала. В качестве материала был выбран керамический композиционный материал на основе карбида кремния, армированного непрерывными бескерновыми карбидокремниевыми волокнами.

Достоинством композиционного материала SiC/SiC являются: высокая удельная прочность, повышенная трещиностойкость по сравнению с монокристаллической керамикой, рабочая температура до 1316 °С при длительной эксплуатации без потребностей на охлаждение.

На этапе оптимизации полученной исходной геометрии лопатки в качестве параметров целевой функции были выбраны шесть геометрических параметров, из которых: угол наклона контактной поверхности хвостовика, диаметр рабочего колеса, а также параметры профиля хвостовика и его образующей, и один технологический — угол армирования лопатки.

В результате решения задачи оптимизации был получен облик лопатки турбины низкого давления с учетом оптимальных параметров конструкции из слоистого керамического композиционного материала SiC/SiC. Разработан проект слоистой модели с учетом технологических особенностей.

#### Список литературы

1. Скибин В.А. Работы ведущих авиадвигателестроительных компаний созданию перспективных авиационных двигателей: аналитический обзор. М. : ЦИАМ, 2004. С. 10-12.
2. Гордин М.В., Палкин В.А. Концепции авиационных двигателей для перспективных пассажирских самолетов // Авиационные двигатели. 2019. № 3(4). С. 7-16.
3. Резник С.В., Сапронов Д.В. Проектирование рабочего колеса газовой турбины с использованием керамических лопаток // Вестник СГАУ. 2014. № 5(47). С. 199-206.

#### УДК 629.786

#### **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ В БЫСТРОРАЗВЕРТЫВАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЯХ**

Борисов И. М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

topologia.ib@mail.ru

Научный руководитель: Резник С.В., д.т.н., профессор, зав. каф.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

sreznik@bmstu.ru

При создании космических быстроразвёртываемых конструкций последние несколько десятилетий используются различные механические, электромеханические и газовые приводы и устройства – они имеют большие габариты и высокий вес, а также потребляют много энергии. Последнее время в эту сферу стали активно внедряться материалы с эффектом памяти формы (ЭПФ). В случае эксплуатации в космической среде необходима модификация и создание гибридных композиций. Ввиду активного развития



освоения околоземного пространства, разработка новых материалов с ЭПФ является актуальной задачей.

Под ЭПФ металлов понимается физическое явление, при котором пластически деформированный металл восстанавливает свою первоначальную форму (которая у него была до деформации), как правило, при нагреве за счёт перехода кристаллической решётки из мартенситного состояния в аустенит. Именно благодаря процессу восстановления изначальной формы данные материалы могут заменить большую часть приводов и устройств, предназначенных для развёртывания каких-либо конструкций [1].

Цель данной работы – повышение автономности возведения напланетных конструкций общего назначения (жилых и служебных) с использованием гибридных композиционных материалов с эффектом памяти формы.

Известны двусоставные сплавы с ЭПФ (Ti–Ni, Ti–Au, Ti–Pd, Ti–Pt, Au–Cd, Cu–Zn и др.) и трисоставные (Cu–Al–Ni, Cu–Zn–Al, Cu–Al–Mn и др.). Двусоставные титановые сплавы, как правило, значительно дороже трисоставных, но они лучше изучены и более доступны.

В данной работе рассмотрены свойства двух распространённых сплавов – нитинола (Ti–Ni) и Cu–Al–Ni. Основными параметрами в сплавах с ЭПФ являются генерируемые напряжения, обратимая деформация и рабочие температуры. Для сплава Cu–Al–Ni данные параметры имеют следующие значения: до 200 МПа, 9%, >300 °С; для сплава Ti–Ni: до 800 МПа, 8%, -60 – 160 °С [2].

Нитинол обладает большими генерируемыми напряжениями, но ввиду диапазона рабочих температур обладает низкой надёжностью, что может привести к незапланированному срабатыванию механизма развёртывания, относительно сплава на основе меди, который может быть активирован только при направленном нагреве. Таким образом, целесообразно использовать сплав Cu–Al–Ni

Термомеханический силовой привод состоит из прутка Cu–Al–Ni, теплоизолирующих фиксирующих вставок и спирального электронагревателя из нихромовой проволоки в электроизоляционной оболочке. Потребление на раскрытие такого элемента – 0.01 Вт·ч [3].

С помощью термомеханических силовых приводов возможно создание универсальных модульных конструкций из складывающихся пластин, имеющих следующие слои: слой противометеоритной защиты, силовой слой Cu–Al–Ni со специальными бороздками для самоотверждающегося связующего (для увеличения жесткости конструкции), термоизоляционный пакет и внутренняя защитная оболочка.

Таким образом, применение материалов с ЭПФ является перспективным в области космических конструкций. Был подобран оптимальный сплав с ЭПФ Cu–Al–Ni, рассмотрен один из вариантов термомеханического силового привода и предложена схема создания пластин для модульных быстроразвёртываемых напланетных конструкций общего назначения.

#### Список литературы

1. Бойцова М.В. Получение и использование материалов с памятью формы // Вестник ТГУ. 2013. Т. 18. № 4. С. 1-3.
2. Корнилов И. И., Белоусов О. К., Качур Е.В. Никелид титана и другие сплавы с эффектом памяти. М.: Наука, 1977. 178 с.
3. Папченко Б.П., Хегай Д.К., Сысоев В.К., Юдин А.Д., Прядко А.И., Пульнев С.А. Трансформируемая мачта солнечного паруса на основе приводов из материалов с эффектом памяти формы // Изв. вузов. Приборостроение. 2021. Т. 64, № 1. С. 71—76.

УДК 629.78

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ  
ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОМПОЗИТНЫХ СТЕРЖНЕВЫХ  
КОСМИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ**

Ван Ц., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

wj15811372205@163.com

Научный руководитель: Денисов О.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

На сегодняшний день стержневые конструкции из полимерных композитных материалов (КМ) широко используются в космической технике. Они являются силовыми элементами рефлекторов разворачиваемых спутниковых антенн, солнечных парусов и телескопов, энергетических платформ, узлов креплений прицезионных приборов и т.д. [1,2]. Такие конструкции должны отличаться размерной стабильностью, малой массой и высокой жесткостью. Для обеспечения стабильности формы и размеров в процессе эксплуатации необходимо ограничить градиенты температуры, влияющие на тепловую деформацию.

Высокие требования к размерной стабильности силовых космических конструкций невозможно обеспечить без использования пакетов прикладного программного обеспечения для современных методов численного моделирования. Самым слабым звеном в теоретических расчетах являются надежные исходные данные по коэффициентам теплопроводности в направлении наибольших перепадов температур. Традиционные методы определения теплопроводности материалов используют малогабаритные образцы, которые не всегда являются представительными.

В МГТУ им. Н.Э. Баумана разрабатываются методы расчетно-экспериментального определения теплопроводности КМ, основанные на контактном нагреве представительных элементов конструкций в виде пластин и стержней и на обработке экспериментальных данных с использованием обратной задачи теплопроводности (ОЗТ) [3]. На точность идентификации параметров теплообмена влияют методические погрешности измерений температуры и неопределенность исходных данных при решении ОЗТ.

Цель работы – повышение точности определения коэффициента теплопроводности в окружном направлении полого стержня на основе анализа методических погрешностей при тепловых испытаниях натурного элемента космической конструкции.

Образец представлял собой цилиндрический стержень из углепластика диаметром  $d = 28$  мм, длиной  $l = 300$  мм и толщиной стенки  $\delta = 1$  мм. В процессе эксперимента осуществлялся нагрев вдоль продольной оси стержня с помощью углеродной ленты ЛТ-2-15 с шириной 15 мм. Для уменьшения влияния естественной конвекции эксперименты проводились в камере спокойного воздуха. Температура измерялась в центре образца в контрольных точках  $T_1$ ,  $T_2$  и  $T_3$ , отстоящих от вертикальной плоскости симметрии на  $35^\circ$ ,  $90^\circ$  и  $180^\circ$  соответственно. В качестве средств измерения применялись термопары типа ХА диаметром 0,2 мм. Для электроизоляции и крепления термопар использовалась термостойкая полиимидная клейкая лента.

Экспериментальные термограммы использовались в качестве исходных данных для решения нелинейной коэффициентной ОЗТ. Температуры термопар  $T_1$  и  $T_3$  задавались как граничные условия 1-го рода. Постановка ОЗТ предусматривала определение  $\lambda_{\varphi}(T)$ , доставляющего минимум функционалу невязки экспериментальных и расчетных значений температур в точке  $T_2$ . Коэффициенты теплоотдачи для внешней поверхности и

внутренней поверхностей были рассчитаны автоматически с использованием справочных зависимостей из специального модуля программного обеспечения COMSOL Multiphysics.

Установлено, что методическая погрешность измерения температуры  $\pm 1,5$  К приводит к 10-процентной ошибке определения зависимости  $\lambda_{\varphi}(T)$ . При неточном закреплении термопар ( $\pm 1$  мм) от расчетных точек  $T_1$ ,  $T_2$  и  $T_3$  погрешность искомой теплопроводности составляет 13,8%, 10,5% и 3,5% соответственно. Совокупная неопределенность степени черноты, радиальной теплопроводности и удельной теплоемкости приводит к 6% ошибке определения  $\lambda_{\varphi}(T)$

#### Список литературы

1. Полежаев Ю.В., Резник С.В., Василевский Э.Б. и др. Материалы и покрытия в экстремальных условиях. Взгляд в будущее. В 3 т. Т. 1. Прогнозирование и анализ экстремальных воздействий. / под ред. С.В. Резника. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2002. 224 с.
2. Синявский В.В., Смердов А.А. Динамические характеристики стержневой конструкции и крепления электрического ракетного двигателя на межорбитальном буксире. // Космическая техника и технологии. 2018. № 4(23). С. 40-48
3. Резник С.В., Просунцов П.В., Денисов О.В., Бондалетов Д.Н. и др. Отработка методики исследования коэффициента теплопроводности анизотропных композитов. Проблемы управления и моделирования в сложных системах: // XXI-я Междунар. конф. (Самара, 3-6 сентября 2019 г.): труды. Т. 1. С. 443-446.

#### УДК 536.2

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, В ПОРАХ КОТОРЫХ НАХОДИТСЯ АЭРОГЕЛЬ

Осмонкулова А.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
alina999osm@gmail.com

Научный руководитель: Резник С.В., д.т.н., профессор, зав.кафедрой  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»  
sreznik@bmstu.ru

Научный консультант: Миронов Р.А., к.ф.-м.н.  
АО «ОНПП» Технология" им. А.Г. Ромашина  
manarom@yandex.ru

При спуске в атмосфере Земли поверхность космического аппарата (КА) подвергается интенсивному нагреву [1]. Поэтому поиск материалов и способов тепловой защиты спускаемых КА является сложной междисциплинарной задачей. Для орбитальных кораблей «Буран» и «Space Shuttle» использовалась комбинированная тепловая защита. Она состояла из гибкой теплоизоляции в подветренной зоне; плиток из волокнистых материалов серии ТЗМК (СССР) и LI (США) на основе диоксида кремния в зонах, нагреваемых до  $1250^{\circ}\text{C}$ . Наиболее нагруженные в тепловом отношении носовой обтекатель и передние кромки крыльев представляли собой оболочки из углерод-углеродных композиционных материалов, работоспособные до  $1650^{\circ}\text{C}$ . Отечественный материал ТЗМК-10 имел плотность  $150 \text{ кг/м}^3$ , максимальную температуру применения  $1250^{\circ}\text{C}$ . Его теплопроводность в диапазоне от  $20$  до  $900^{\circ}\text{C}$  изменялась от  $0,05$  до  $0,22 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$ . Среди перспективных материалов тепловой защиты рассматриваются аэрогели.

Аэрогели – это класс материалов, которые обладают высокой пористостью, низкой плотностью и низкой теплопроводностью. Ключевой особенностью аэрогелей является крайне малый размер пор, что позволяет получить теплопроводность меньше чем у воздуха, вследствие эффекта Кнудсена. Для теплозащиты КА представляют интерес высокотемпературные аэрогели на основе оксидов металлов и диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ). Стоит учитывать, что в чистом виде аэрогели достаточно хрупкие. Поэтому в составе тепловой защиты КА предлагается использовать волокнистые материалы, в порах которого находится аэрогель.

Цель данной работы – расширение температурного диапазона значений теплопроводности до  $900^\circ\text{C}$  волокнистого материала на основе диоксида кремния, в порах которого находится аэрогель того же химического состава.

Объектом исследования являлся материал DRT06-Z производства компании ООО «ТИМ» со следующими характеристиками: толщина – 3 и 10 мм, плотность –  $200 \text{ кг/м}^3$ , максимальная температура применения –  $650^\circ\text{C}$ , теплопроводность  $0,019 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$  при  $19^\circ\text{C}$  и  $0,039 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$  при  $300^\circ\text{C}$  [2].

Так как данный материал относится к частично прозрачным, теплоперенос в нем осуществляется теплопроводностью и излучением. Энергетический баланс взаимодействия излучения с элементарным объемом частично прозрачного материала характеризуется коэффициентами поглощения и рассеяния. Для их определения в настоящей работе использовался метод, основанный на решении обратной задачи переноса излучения по экспериментальным данным о направленно-полусферической отражательной способности образцов нескольких толщин [3]. Отражательная способность измерялась при комнатной температуре в диапазоне длин волн  $0,85\text{-}5,80 \text{ мкм}$  с помощью Фурье-спектрометра Nicolet iS50 с интегрирующей сферой Integrat IR (PIKE). Экспериментальные образцы имели форму пластин диаметром 30 мм толщиной 3 и 10 мм. Предварительно вычисленные коэффициенты поглощения изменяются с ростом длины волны от 16 до  $120 \text{ м}^{-1}$ , а коэффициенты рассеяния – от 3132 до  $140 \text{ м}^{-1}$ . Температурная зависимость коэффициента поглощения была определена путем экстраполяции результатов измерения при комнатной температуре в область высоких температур с использованием литературных данных для чистого кварцевого стекла. Значения коэффициента поглощения возрастают с ростом температуры.

Температурная зависимость эффективной теплопроводности определялась методом квазистационарного теплового режима. Экспериментальные образцы имели размеры  $70\times 70\times 10 \text{ мм}$ . После проведения испытаний было обнаружено, что материал усаживается примерно на 20%. Было сделано предположение о том, что усадка началась после  $650^\circ\text{C}$  (максимальная рабочая температура по данным производителя) и имела линейный характер. Полученная кривая зависимости теплопроводности от температуры имеет нелинейный характер. Теплопроводность в диапазоне температур от комнатной до  $900^\circ\text{C}$  изменяются от  $0,036$  до  $0,17 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$ .

Зависимость теплопроводности от температуры была также определена расчетным путем. Составляющая коэффициента теплопроводности от радиационного теплопереноса вычислялась по приближению Росселанда. В расчете использовались экспериментально полученные коэффициенты рассеяния и поглощения. Была построена нелинейная зависимость теплопроводности от температуры.

#### Список литературы

1. Полежаев Ю.В., Юревич Ф.Б. Тепловая защита. М.: Энергия, 1976. 392 с.
2. ООО ТИМ Alison Aerogel Blanket DRT06-Z. URL: <https://tim-firm.ru/catalog/alison/alisonaerogelblanketdrt06/> (Дата обращения 23.03.2023).

3. Mironov R.A. Zabezhailov M.O., Cherepanov V.V., Rusin M.Yu. Determination of Optical Parameters of Partially Transparent Materials by the Invariant Embedding Method // Optics and Spectroscopy. 2017. V. 123, № 4. pp. 650–657.

**УДК: 678.002; 678.8.**

### **ПОЛИСУЛЬФОНЫ И УГЛЕКОМПОЗИТЫ НА ИХ ОСНОВЕ**

Янь К., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специального машиностроения»

Научные руководители: Булкатов Д.П., м.н.с.,

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Сторожук И.П., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специального машиностроения»

Storozhuk-ip@inbox.ru

Ароматические полисульфоны относятся к суперконструкционным термопластам с температурой стеклования ( $T_g$ ) от 190 до 230°C. Они обладают высокими механическими и диэлектрическими свойствами, имеют высокую химическую и радиационную стойкость, перерабатываются из растворов в органических растворителях и через расплав методами литья и экструзии [1]. Благодаря такому комплексу свойств полисульфоны различных марок представляют значительный интерес для разработки технологии получения термопластичных углетканевых препрегов и углекомполитов на их основе.

Целью работы явилось разработка и сравнение двух способов получения термопластичных препрегов на основе трех марок промышленных полисульфонов и двух марок углеродных тканей, получение и исследование свойств консолидированных пластин на основе препрегов. В качестве термопластичной матрицы были выбраны полисульфон марки ПСФ-150 с  $T_g=190^\circ\text{C}$ , сополисульфон ПСФФ-30 с  $T_g=190^\circ\text{C}$  и полиэфирсульфон «Ultrason» E-3010. Наполнителями в композитах служили однонаправленные углеткани марок TR50S Pyrofil «Mitsubishi Chemical» (Япония) 15К с плотностью 80 г/м<sup>2</sup> и SWrap Fabric 230 (Италия) 12К с плотностью 230 г/м<sup>2</sup>.

Входной контроль состава и качества термопластов осуществляли методами ИК-спектроскопии, дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) и термогравиметрического анализа (ТГА) в изотермическом режиме при 340 и 360°C. Замасливатели на углетканях перед нанесением полисульфонов удаляли путем прокаливании при 250°C в течение 1 часа.

Термопластичные препреги из углетканей и полисульфонов изготавливали двумя способами - растворным и порошково-электростатическим, соотношение между тканевым наполнителем и полимерной матрицей составляло 50:50%масс. Растворный способ включал следующие технологические операции: приготовление 15%масс. растворов полисульфонов в диметилформамиде, пропитка углетканей в плоской стеклянной форме раствором термопласта, удаление растворителя из препрега в вакуумном шкафу при 90°C в течение 24 часов.

Порошково-электростатический способ получения препрегов заключался в напылении порошков полисульфонов на углеткани с помощью электростатического пистолета и компрессора, плавлении порошка и пропитке тканей расплавом полимеров в термопрессе при температуре 340°C (для ПСФ-150 и ПСФФ-30) или 340°C (для E-3010).

Консолидацию препрегов в композитные многослойные пластины осуществляли в термопрессе с помощью пресс-формы размером 75x150мм. Количество препрегов в стопе составляло 24 штуки для углеткани «TR50S Pyrofil» и 10 штук для

углеткани «CWrap Fabric 230», что позволяло получать композитные пластины с толщиной 2,5мм. Температура прессования составляла 340 и 360°C, давление 2МПа.

Полученные углекомпозитные пластины были разрезаны с помощью фрезы на образцы с размером 15x45мм, которые были использованы для определения механических свойств материалов методами трехточечного изгиба и сжатия. Было найдено, что прочность при сжатии образцов композитов составляет 425-450МПа, модуль при сжатии 0,87-1,48ГПа, прочность при изгибе 746-1110 МПа, модуль при изгибе 71-90ГПа. При этом надо отметить, что наблюдается слабая зависимость этих показателей от строения полисульфонов и марки углеткани. Очевидно, это связано с тем, что прочностные характеристики углетканевых композитов в основном задаются наполнителем, в то время как матрица служит для консолидации волокон и слоев ткани, перераспределения нагрузки в композите и защиты наполнителя от внешних воздействий агрессивных сред. Важно также отметить, что прочностные свойства композитов, полученных с применением растворного способа получения препрегов, уступают прочностным свойствам композитов, полученных с применением порошково-электростатического способа, всего на 7-10%.

1. Разработано два способа получения термопластичных препрегов на основе углетканей и трех марок полисульфонов– растворный способ и порошково-электростатический.

2. Найдено, что прочностные свойства консолидированных термопластичных пластин примерно одинаковы и практически не зависят от способа получения препрегов. Это открывает перспективы по использованию некоторых высоко теплостойких суперконструкционных термопластов, переработка которых в препреги расплавленным способом затруднена из-за их высокой вязкости расплава или недостаточной термической стойкости расплавов.

3. Показано, что исследованные полисульфоны можно с успехом применять для производства термопластичных препрегов и консолидированных пластин на их основе с максимальной кратковременной рабочей температурой от 190 до 230°C.

#### Список литературы

1. Storozhuk I.P., Alekseev V.M., Kalinnikov A.N., Borodulin A.S. Chemically modified polysulfones and their properties. // Polymer Science — Series D. 2021. V. 14(4), pp. 580–587. DOI:<https://doi.org/10.1134/S1995421221040249>.

## РАЗДЕЛ «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ»

### СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

УДК 629.78

#### ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТЕРЖНЕВОЙ МОДЕЛИ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Артаев А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

artemartaev08@mail.ru

Курнаев А.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

anton.phame@yandex.ru

Научный руководитель: Дьяченко М.И., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

s\_masyanya@mail.ru

Разработка космических аппаратов (далее КА) в настоящее время является одним из основных направлений космонавтики. Задач, поставленных в данной сфере, бесчисленное множество, одна из которых - обеспечение энергии КА. Стабильную работу и бесперебойную подачу электроэнергии могут обеспечить раскрываемые солнечные батареи (СБ).

В данной работе будет рассмотрена задача о динамики раскрытия солнечных панелей относительно КА.

Также были поставлены цели найти зависимости параметров раскрытия панелей от массово-инерционных характеристик СБ и упругих элементов конструкций. Так как существует большое количество методов для описывания модели раскрытия СБ с разной степенью сложности и точности, мы ввели ряд допущений для решения поставленной задачи.

- Используется однородная модель из 3 стержней, движущаяся плоско.
- Использование тросовой системы обеспечивает одну степень свободы и равномерное раскрытие на протяжении всего процесса – положение центра масс каждого стержня остается на одной прямой, перпендикулярной корпусу спутника
- Все элементы конструкции – АТТ, соединенные идеальными шарнирами со спиральными пружинами
- Влиянием силы тяжести и диссипативных сил мы пренебрегаем
- Рассматривается относительное движение СБ без учета движения спутника

Описание модели

В данной работе описан процесс раскрытия стержневой модели солнечных батарей. Задача рассматривается как плоская, в положение полного раскрытия моменты от пружин направлены в разные стороны и уравнивают друг друга, тросовая система обеспечивает одну степень свободы – далее все кинематические характеристики будут зависеть от одной обобщенной координаты. Поставлена задача составить и решить дифференциальное уравнение, описывающее движение механической системы

Решение задачи

Для решения задачи составлено уравнение Лагранжа 2-го рода

$$2ml^2(4\cos^2(\varphi) + \frac{1}{2}) - 8ml^2(\dot{\varphi})^2 \sin(\varphi)\cos(\varphi) + 9\varphi(C_1 + C_2) = 9C_1 \cdot \alpha + C_2 \cdot \beta \quad (1)$$

Чтобы решить данное уравнение введена замена

$$\ddot{\varphi} = \frac{\partial \dot{\varphi}}{\partial t} = \frac{\partial \dot{\varphi}}{\partial t} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial \varphi} = \frac{\dot{\varphi} \cdot \partial \varphi}{\partial \varphi} = \frac{1}{2} \frac{\partial (\dot{\varphi})^2}{\partial \varphi} \quad (2)$$

$$y = (\dot{\varphi})^2; \quad \ddot{\varphi} = \frac{1}{2} \frac{\partial (\dot{\varphi})^2}{\partial \varphi} = \frac{1}{2} y'_{\varphi} \quad (3)$$

Таким образом можно записать преобразованное дифференциальное уравнение, которое является разрешимым в общем виде

$$y' \cdot ml^2(4\cos^2(\varphi) + \frac{1}{2}) - y \cdot 8ml^2 \sin(\varphi)\cos(\varphi) + 9\varphi(C_1 + C_2) = 9(C_1 \cdot \alpha + C_2 \cdot \beta) \quad (4)$$

С помощью решения данного дифференциального уравнения будут выведены следующие зависимости:

$$\omega = \sqrt{\frac{18\varphi(C_1 \cdot \alpha + C_2 \cdot \beta) - 9\varphi^2(C_1 + C_2)}{ml^2(8\cos^2(\varphi) + 1)}} \quad (5)$$

$$\varepsilon = \frac{9(C_1 \cdot \alpha + C_2 \cdot \beta) + 8 \cdot \frac{18\varphi(C_1 \cdot \alpha + C_2 \cdot \beta) - 9\varphi^2(C_1 + C_2)}{(8\cos^2(\varphi) + 1)} \sin(\varphi)\cos(\varphi) - 9\varphi(C_1 + C_2)}{ml^2(8\cos^2(\varphi) + 1)} \quad (6)$$

Используя полученные соотношения, можно найти полное время раскрытия СБ

$$\frac{d\varphi}{dt} = \omega(\varphi); \quad t = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{\omega(\varphi)} d\varphi \quad (7)$$

$$t = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{\sqrt{\frac{-9(C_1 + C_2)\varphi^2 + 18(C_1 \cdot \alpha + C_2 \cdot \beta) \cdot \varphi}{8ml^2 \cos^2(\varphi) + ml^2}}} d\varphi \approx \frac{1}{\sqrt{12C_1}} \cdot 3.77 \quad (8)$$

В итоге, нами получены зависимости угловой скорости, углового ускорения и времени раскрытия СБ от начальных параметров системы, которые могут помочь на ранних этапах проектирования СБ для КА.

#### Список литературы

1. Дронт В.И., Дубинин В.В., Ильин М.М. и др. Курс теоретической механики : учеб. для вузов / под редакцией К. С. Колесникова, В. В. Дубинина. — 4-е изд., испр. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 758 с.



УДК 534-141

**ЗАДАЧА О КОЛЕБАНИЯХ ЖИДКОСТИ И БРУСКА В ПРЯМОУГОЛЬНОМ БАКЕ**

Балашева П.Ю., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

pbalasheva@yandex.ru

Научный руководитель: Дьяченко М.И., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

s\_masyanya@mail.ru

Задачи о колебаниях плавучих тел на поверхности жидкости интересовали ученых и инженеров с давних пор, пример таких рассматривался в рукописях Н.Е. Жуковским, В.В. Румянцевым, Н.Н. Моисеевым и др. Н.Е. Жуковский изучал малые качания на волнах брусков прямоугольного поперечного сечения при различных видах движения этих тел.

В данной работе описана задача о колебаниях бруска в ограниченном объеме жидкости. Прямоугольный бак частично заполнен жидкостью, на поверхности которой плавает прямоугольный брусок. В данном случае, берется плоская постановка задачи в Декартовой системе координат  $Ox_2x_3$ , начало отсчета которой находится на свободной поверхности, ось  $Ox_2$  направлена по горизонтали, ось  $Ox_3$  по вертикали вверх. Начальная высота уровня жидкости в баке –  $H$ , размер бака по оси  $x_2$  –  $2a$ , бруска –  $2b$ . Поставлена задача составить систему дифференциальных уравнений, описывающих движение механической системы.

Введены допущения: жидкость идеальная, несжимаемая; колебания жидкости и бруска малые; боковые стенки, дно бака и брусок жесткие; брусок может двигаться поступательно вертикально по закону  $s(t)$ ; размеры бруска много меньше размеров бака. Из последнего допущения следует, что верхняя поверхность жидкости считается свободной. В поле силы тяжести движение жидкости является потенциальным, поэтому для описания можно ввести потенциалы скоростей и смещений [1].

Потенциал  $\chi_2$  зависит от обобщенной координаты движения бруска, он необходим для описания движения жидкости в окрестности плавучего тела, для вычисления присоединенной массы [2].

$$\chi = \chi_1 + \chi_2 = \Phi_1 \lambda(t) + \Phi_2 s(t) \quad (1)$$

Для потенциалов смещения выполняются кинематические граничные условия непроницаемости, а также динамическое граничное условие на свободной поверхности – первое дифференциальное уравнение системы:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \Phi_{1n} \ddot{\lambda}_n(t) + \Phi_2 \ddot{s}(t) + g \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\partial \Phi_{1n}}{\partial x_3} \lambda_n(t) + g \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\partial \Phi_{2n}}{\partial x_3} s(t) = 0 \quad (2)$$

Давление на дно бруска выражается из интеграла Коши-Лагранжа и имеет вид:

$$p = p_0 - \rho \frac{\partial^2 \chi_1}{\partial t^2} - \rho \frac{\partial^2 \chi_2}{\partial t^2} - \rho g x_3 \quad (3)$$

При нахождении площади бруска размер по оси  $x_1$  берется как  $2b_1$ .  $h_0$  – начальная глубина погружения бруска.

Второе дифференциальное уравнение – теорема о движении центра масс бруска в проекции на ось  $x_3$ :

$$m_{\text{оп}}\ddot{s} = F_{\text{гдх}_3} + F_{\text{гдпр.м.х}_3} + F_{\text{Ах}_3} - m_{\text{оп}}g \quad (4)$$

Для упрощения записи введены коэффициенты:

$$\alpha_n = A_n \operatorname{ch}(k_n H), \beta_n = B_n \operatorname{ch}(k_n H), \gamma_n = A_n k_n \operatorname{sh}(k_n H), \delta_n = B_n k_n \operatorname{sh}(k_n H) \quad (5)$$

$$\varepsilon = m_{\text{оп}} + m_{\text{пр}}, \zeta_n = 4b_1 \rho A_n \frac{\sin(k_n b)}{k_n \cos(k_n a)} \frac{\operatorname{ch}(k_n (h_0 + H))}{\operatorname{ch}(k_n H)}, \eta = 4bb_1 \rho g$$

$$\theta_n = 4bb_1 \rho g A_n \frac{\cos(k_n b)}{\cos(k_n a)} \frac{k_n \operatorname{sh}(k_n H)}{\operatorname{ch}(k_n H)}$$

Система дифференциальных уравнений, описывающих движение системы [3]:

$$\begin{cases} \sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n \ddot{\lambda}_n + \sum_{n=1}^{\infty} \beta_n \ddot{s} + g \sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n \lambda_n + g \sum_{n=1}^{\infty} \delta_n s = 0 \\ \varepsilon \ddot{s} + \sum_{n=1}^{\infty} \zeta_n \ddot{\lambda}_n + \eta s + \sum_{n=1}^{\infty} \theta_n \lambda_n = 0 \end{cases} \quad (6)$$

Полученная система уравнений имеет различные решения, в зависимости от поставленной задачи.

#### Список литературы

1. Моисеев Н.Н., Петров А.А. Численные методы расчёта собственных частот колебаний ограниченного объёма жидкости. М.: ВЦ АН СССР, 1966. 270 с.
2. Жуковский Н.Е. Собрание сочинений. Т. 2: Гидродинамика. М.-Л.: ГИТТЛ, 1949. 760 с.
3. Моисеев Н.Н. Румянцев В.В. Динамика тел с полостями, содержащими жидкость. М.: Наука, 1965. 440 с.

#### УДК 512.14

#### ОБЛАСТИ РАСПОЛОЖЕНИЯ КОРНЕЙ МНОГОЧЛЕНОВ ТРЕТЬЕГО И ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКОВ С ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

Кедровских Г.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

kg21t118@student.bmstu.ru

Сороквашин А.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

sorokvashinav@student.bmstu.ru

Татарина А.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

tatarinovaas@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Игнатов А.И., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В работе рассматриваются корни многочленов третьего и четвертого порядков с действительными коэффициентами. Области расположения корней многочленов третьего порядка определяются с помощью диаграммы Вышнеградского, которая достаточно широко используется в теории автоматического управления [1]. Нахождение областей

расположения корней многочленов четвертого порядка рассматриваются в представленной работе.

Рассмотрим линейное однородное дифференциальное уравнение 4 порядка:

$$x^{IV} + a_1\ddot{x} + a_2\dot{x} + a_3x + a_4x = 0 \quad (1)$$

Ему соответствует характеристическое уравнение

$$\lambda^4 + a_1\lambda^3 + a_2\lambda^2 + a_3\lambda + a_4 = 0 \quad (2)$$

Приведем (2) к нормированному виду:

$$u^4 + Au^3 + Bu^2 + Cu + 1 = 0 \quad (3)$$

где параметры А, В и С представляют собой комбинации реальных параметров системы, входящих в коэффициенты характеристических уравнений.

В пространстве параметров А, В и С критерий устойчивости Гурвица:

$$A > 0, B > 0, C > 0, C(AB - C) - A^2 > 0 \quad (4)$$

Для уравнения (3) дискриминант может быть найден по формуле [2]:

$$D = 256 - 192AC - 128B^2 + 144BC^2 - 27C^4 + 144A^2B - 6A^2C^2 - 80AB^2C + 18ABC^3 + 16B^4 - 4B^3C^2 - 27A^4 + 18A^3BC - 4A^3C^3 - 4A^2B^3 + A^2B^2C^2 \quad (5)$$

Приравнивая дискриминант из формулы (5) к нулю, получим уравнение поверхности в пространстве параметров А, В и С, которое отделяет решения с 2 комплексными и 2 действительными корнями от всех остальных (4 комплексных или 4 действительных корня).

Для уравнения (3) сделаем очередную замену, запишем новое уравнение, а также вспомогательное уравнение (при  $r=0$ ):

$$u = y - \frac{a}{4} \quad (6)$$

$$y^4 + qy^2 + ry + s = 0 \quad (7)$$

$$y^4 + qy^2 + s = 0 \quad (8)$$

Найдём экстремумы многочлена из вспомогательного уравнения (8):

$$y_1 = 0; \quad y_{2/3} = \pm \sqrt{-\frac{q}{2}} \quad (9)$$

Если  $q > 0$ , то у многочлена уравнения (8) один экстремум, а, следовательно, уравнение (8) не может иметь 4 действительных корня. Чтобы уравнение (7) имело все действительные корни необходимо, чтобы вспомогательное уравнение (8) имело три экстремума. В случае  $q < 0$  многочлен уравнения (8) имеет три экстремума.

Если вспомогательное уравнение (8) имеет действительные корни, то и (7) имеет действительные корни. Уравнение (8) будет иметь действительные корни, если минимумы (см. 9) будут находиться ниже оси абсцисс (подразумевается, что многочлен уравнения (8) имеет три экстремума). Таким образом, получаем условия:

$$q < 0; s - \frac{q^2}{4} < 0 \quad (10)$$

Или в параметрах А, В, С:

$$B - \frac{3A^2}{8} < 0; 64 + 16A^2B - 3A^4 - 16AC - 16B^2 < 0 \quad (11)$$

Таким образом, условие (4) отделяет устойчивые процессы от неустойчивых. Область устойчивости делится рядом поверхностей на несколько подобластей с различным характером решений. Невыполнение хотя бы одного из условий (11) гарантирует, что уравнение (7) не имеет 4 действительных корней, случай всех комплексных корней дополнительно отделяется знаком дискриминанта ( $D > 0$ ). При выполнении условий (11) уравнение (7) имеет действительные корни, а случай всех действительных корней отделяется знаком дискриминанта ( $D > 0$ ).

#### Список литературы

1. Сырчина А.С., Кулешов А.В. Синтез регулятора индикаторного гиросtabilизатора с использованием критерия Вышнеградского. // Известия ТулГУ. Технические науки. 2022. В. 11. DOI: 10.24412/2071-6168-2022-11-99-110.
2. Rees E.L. The American Mathematical Monthly. 1922, V. 29, №. 2, pp. 51-55.

#### УДК 681.51

### СТАБИЛИЗАЦИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА В ОКРЕСТНОСТИ ГРАВИТАЦИОННО УСТОЙЧИВОГО ПОЛОЖЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ

Коломиец Е.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

kolomietses@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Игнатов А.И., к.ф.-м.н

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В работе рассматривается стабилизация космического аппарата - гиростата (КА) в режиме его орбитальной ориентации. Исследуется случай гравитационно устойчивого положения равновесия КА. Поддержание орбитальной ориентации КА – процесс, осуществляющийся с помощью гироскопических органов системы управления (гиросистемы) [1]. В работе рассматривается вектор суммарного кинетического момента гиросистемы без привязки к конкретному типу, схеме расположения и количеству гироскопических исполнительных органов системы управления.

Объект управления – космический аппарат серии Фотон-М, центр масс которого движется по низкой геоцентрической орбите, близкой к круговой. Для описания движения объекта используются 3 системы координат (СК):

- 1) Связанная с космическим аппаратом СК  $Ox_1x_2x_3$ , образованная его главными центральными осями инерции
- 2) Орбитальная СК  $OX_1X_2X_3$  оси  $OX_3$  и  $OX_2$  направлены соответственно вдоль геоцентрического радиус-вектора точки  $O$  и вектора кинетического момента орбитального движения КА.
- 3) Гринвичская СК

Система уравнений движения КА состоит из двух подсистем. Одна подсистема описывает движение центра масс КА (относительно гринвичской СК) с учетом нецентральной гравитационного поля Земли и влияния атмосферы. Вторая подсистема описывает движение КА относительно центра масс [3]. Используя предположение об идеально круговой орбите и действии на КА лишь гравитационного момента, перейдем к упрощенной системе уравнений вращательного движения

$$\begin{aligned} \hat{I}\dot{\boldsymbol{\omega}} + \dot{\mathbf{H}} + \boldsymbol{\omega} \times (\hat{I}\boldsymbol{\omega} + \mathbf{H}) &= 3\omega_0^2(\mathbf{E}_3 \times \hat{I}\mathbf{E}_3), \\ \dot{\gamma} &= \omega_1 - \operatorname{tg}\beta(\omega_2 \cos \gamma - \omega_3 \sin \gamma), \\ \dot{\delta} &= \frac{\omega_2 \cos \gamma - \omega_3 \sin \gamma}{\cos \beta} - \omega_0, \\ \dot{\beta} &= \omega_2 \sin \gamma + \omega_3 \cos \gamma. \end{aligned} \quad (1)$$

Закон изменения собственного кинетического момента гиросистемы зададим в виде

$$\hat{T}\dot{\mathbf{H}} + \mathbf{H} - H_0 \mathbf{e}_2 = \hat{J}(\boldsymbol{\omega} - \omega_0 \mathbf{e}_2), \quad (2)$$

Тогда система уравнений (1) имеет стационарное решение, соответствующее покою КА в орбитальной СК [3]. Исследуем устойчивость положения равновесия с помощью теорем Е.А. Барбашина и Н.Н. Крассовского. Найдем производную в силу системы уравнений (1) для функции Ляпунова и запишем условия положительной определенности для функции:

$$(I_2 - I_3 - J_3)\omega_0 + H_0 > 0, \quad [4(I_2 - I_1) - J_1]\omega_0 + H_0 > 0, \quad (3)$$

Условия теорем Е.А. Барбашина и Н.Н. Крассовского выполнены, найденное положение равновесия является асимптотически устойчивым. Система (1), линеаризованная в окрестности устойчивого положения равновесия разбивается на две независимые подсистемы. Проведем анализ каждой из них по отдельности. Для системы третьего порядка степень устойчивости зависит лишь от массово-инерционных характеристик КА и высоты орбиты, в случае системы 6-го порядка воспользуемся условием из теорем Е.А. Барбашина и Н.Н. Крассовского. Найденные значения коэффициентов для закона управления подставим в полную систему уравнений движения КА и промоделируем на протяжении восьми суток. В результате получим, что КА совершает стационарное движение в гравитационной ориентации в окрестности устойчивого положения равновесия без накопления гиросtatического момента [3].

#### Список литературы

1. Игнатов А.И. Выбор геометрических параметров расположения системы двигателей-маховиков при управлении вращательным движением космического аппарата. // Изв. РАН. ТиСУ. 2022. № 1, С. 124-144.
2. Игнатов А.И., Иванов Г.А., Коломиец Е.С., Мартыненко Е.В. Реализация режима солнечной ориентации космического аппарата с помощью системы двигателей-маховиков. // Космические исследования. 2023. Т. 61. №2. С. 143-156.
3. Игнатов А.И., Сазонов В.В. Реализация режима орбитальной ориентации искусственного спутника Земли без накопления кинетического момента гиросистемы. // Известия РАН. ТиСУ. 2020. №1. С. 129-142.

УДК 531.132

**МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТРОПОМОРФНОГО МЕХАНИЗМА**

Кочеткова А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

kochetkova.angelika@yandex.ru

Чекмарёв М.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

Научный руководитель: Баркин М.Ю., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Задача моделирования прямолинейного движения нижних конечностей человека средствами классической механики актуальна и важна в биомеханике, робототехнике, медицине, спорте и других областях, связанных с изучением движения человека.

Существует различные подходы к созданию математической модели по законам классической теоретической механики для планирования походки антропоморфного механизма, такие как: метод Д'Аламбера (принцип кинетостатики), метод Лагранжа, метод Гамильтона [1].

Составленная модель – плоский антропоморфный механизм, включающий семь звеньев: две трёхзвенные (бедро, голени и стопы) ноги и корпус. Весомыми считаем корпус, два бедра и две голени. Стопы являются безмассовыми звеньями, поэтому их угловые положения никак не зависят от движения механизма, а их уравнения движения превращаются в условия равновесия [2]. Для отдельного моделирования двуногого робота используется метод обобщенных координат в продольной и боковой плоскостях. Приведём некоторые уравнения прямой кинематики, используемые для реализации математического описания системы:

Координата центра масс звена  $C_7$ :

$$\begin{cases} x_{C_7} = l_2 \sin \theta_1 + l_3 \sin \theta_2 + l_3 \sin \theta_4 - l_2 \sin \theta_5 - l_1 \sin \theta_6 / 2 \\ z_{C_7} = l_1 + l_2 \cos \theta_1 + l_3 \cos \theta_2 - l_3 \cos \theta_4 - l_2 \cos \theta_5 - l_1 \cos \theta_6 / 2 \end{cases} \quad (1)$$

Скорость сустава  $V_E$ :

$$V_E = \begin{bmatrix} \dot{x}_E \\ \dot{z}_E \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_2 \cos \theta_1 \\ -l_2 \sin \theta_1 \end{bmatrix} \dot{\theta}_1 + \begin{bmatrix} l_3 \cos \theta_2 \\ -l_3 \sin \theta_2 \end{bmatrix} \dot{\theta}_2 - \begin{bmatrix} l_3 \cos \theta_4 \\ -l_3 \sin \theta_4 \end{bmatrix} \dot{\theta}_4 \quad (2)$$

Координаты центра масс двуногого робота:

$$\begin{cases} g_x = \frac{\sum_1^7 m_i x_{C_i}}{\sum_1^7 m_i} \\ g_z = \frac{\sum_1^7 m_i z_{C_i}}{\sum_1^7 m_i} \end{cases} \quad (3)$$

Одновременно в программе осуществляется построение графика обратной кинематической функции для двух точек в пространстве, соответствующих правой и левой ногам механизма семи звеньев.

Задача обратной кинематики заключается в нахождении углов поворота звеньев механизма, которые соответствуют заданной траектории конечной точки механизма.

Далее приведём пример обратного кинематического описания для угла  $\theta_1$  между звеном робота  $AB$  и вертикальной осью:

$$\theta_1 = \arccos\left(\frac{(z_h - z_1)^2 + (x_h - x_1)^2 + l_2^2 - l_3^2}{2l_2\sqrt{(z_h - z_1)^2 + (x_h - x_1)^2}}\right) + \arctan\left(\frac{x_h - x_1}{z_h - z_1}\right) \quad (4)$$

где:

$$\begin{cases} x_h = x_1 + l_2 \sin\theta_1 + l_3 \sin\theta_2 \\ z_h = z_1 + l_2 \cos\theta_1 + l_3 \cos\theta_2 \end{cases} \quad (5)$$

Метод инверсной кинематики позволяет управлять движением манипулятора, определяя углы поворота рабочих звеньев на основе заданных координат конечной точки. Существует полуобратный способ задания законов перемещения. Он позволяет определить углы поворота сочленений механизма, которые необходимы для достижения определенной конечной точки, и в то же время учитывает физические ограничения механизма, такие как ограничения на углы поворота сочленений или пространственные ограничения [2].

Таким образом, в результате работы была создана компьютерная модель походки антропоморфного механизма посредством законов классической механики. Далее планируется усовершенствование программы с применением анализа устойчивости по методу Ляпунова, сравнение с методами Лагранжа и Найквиста [3]. Предполагается проверка и при необходимости корректировка траектории робота с помощью прикладной программы “Tracker”, которая рассчитывает положение задаваемых звеньев в каждый момент времени с видеозаписи.

#### Список литературы

1. Goldstein Н. Classical Mechanics // Internet Archive. URL: <https://archive.org/details/GOLDSTEINClassicalMechanics/mode/2up> (Accessed 05.04.2023).
2. Формальский А.М. Перемещение антропоморфных механизмов. Москва: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1982. 368 с.
3. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. М: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1975. 768 с.

#### УДК 531.15

#### ПАРАДОКС ФЕРГЮСОНА

Романенко Н.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

romanenkona@student.bmstu.ru

Чередниченко К.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

cherednichenko@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Игнатов А.И., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Парадокс Фергюсона наиболее точно был сформулирован в письме к его другу мистеру Куперу [1]. Если к неподвижному зубчатому колесу (колесо 1) зацепить широкое колесо (колесо 2), а к широкому колесу с противоположной стороны зацепить на одну ось три тонких колеса (колесо 3) с различным количеством зубьев и установить все колеса на одно водило (h), то каждая из тонких шестеренок будет вращаться в разные стороны. Такой вид механизма называется планетарным.

Для проведения кинематического анализа и объяснения данного парадокса можно воспользоваться формулой Виллиса [2]:

$$\frac{\omega_1 - \omega_h}{\omega_3 - \omega_h} = \frac{z_3}{z_1} \quad (1)$$

$\omega_h$  – угловая скорость водила;

$\omega_i$  – угловая скорость  $i$  – го колеса;

$z_i$  – количество зубьев  $i$  – го колеса.

Так как первое колесо неподвижно, формула (1) примет вид:

$$\omega_3 = \omega_h \frac{z_3 - z_1}{z_3} \quad (2)$$

Тогда можно увидеть: если количество зубьев третьего колеса меньше, чем количество зубьев первого колеса, то третье колесо будет вращаться в сторону противоположную вращению водила; если количество зубьев третьего колеса равно количеству зубьев первого колеса, то третье колесо будет двигаться поступательно; если количество зубьев третьего колеса больше, чем количество зубьев первого колеса, то вращение третьего колеса будет сонаправленно с вращением водила.

Но также можно провести расчеты угловой скорости зная эквивалентные радиусы зубчатых колес – радиусы окружностей, построенных из центра каждого колеса и проходящих через точку активного зацепления двух колес.

Так как звенья планетарного механизма двигаются в одной плоскости для расчета применим формулу для нахождения скорости точки через скорость полюса при плоском движении и формулу Эйлера:

$$\vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{\omega} \times \vec{r}_{AB} \quad (3)$$

$\vec{V}_A$  – вектор скорости полюса;

$\vec{V}_B$  – вектор скорости искомой точки;

$\vec{r}_{AB}$  – вектор расстояния от полюса до искомой точки.

Эквивалентный радиус первого колеса всегда остается постоянным равным  $r$ , а эквивалентный радиус третьего колеса изменяется в зависимости от количества зубьев: если количество зубьев третьего колеса меньше, чем количество зубьев первого, то точка активного зацепления второго и третьего колеса смещается ближе к центру третьего колеса; если количество зубьев первого и третьего колеса равны, то эквивалентные радиусы первого и третьего колеса также будут равны; если количество зубьев третьего колеса больше, чем количество зубьев первого колеса, то точка активного зацепления второго и третьего колеса смещается ближе к центру второго колеса.

Тогда можем получить значения угловой скорости для трех случаев:

$$1) \ z_3 < z_1 \quad \omega_3 = \frac{2x\omega_h}{(r-x)} \quad (4)$$

$$2) \ z_3 = z_1 \quad \omega_3 = 0 \quad (5)$$

$$3) \ z_3 > z_1 \quad \omega_3 = \frac{2x\omega_h}{(r+x)}, \quad (6)$$

где  $x$  – смещение точки активного зацепления второго и третьего зубчатых колес.

#### Список литературы

1. Henderson E., Ferguson J. Life of James Ferguson, F.R.S. In a Brief Autobiographical Account, and Further Extended Memoir: Primary Source Edition. Nabu Press. 2013. 532 p.



2. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. 20-е изд. М: Высшая школа, 2010. 172 с.

### УДК 531.352

## ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СВОБОДНОГО ТВЁРДОГО ТЕЛА С ПОЛОСТЬЮ, ПОЛНОСТЬЮ НАПОЛНЕННОЙ ВЯЗКОЙ КАПЕЛЬНОЙ ЖИДКОСТЬЮ В ЦЕНТРАЛЬНОМ СИЛОВОМ ПОЛЕ

Чжан Ю., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ

zhangyue\_hit-bmstu@qq.com

Научный руководитель: Темнов А.Н., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

С развитием ракетно-космической техники габариты космических конструкций (орбитальных комплексов и т.д.) заметно увеличиваются. Можно представить, что в недалёком будущем реализуются такие проекты, как космический лифт, группа спутников, связанных тросами, челнок-заправщик, даже космический город. При этом помимо проектирования всё ярче подчёркивается важность исследования поведения крупногабаритных конструкций в космосе, т.е. с учётом воздействия центрального ньютоновского силового поля. А все существующие, а также перечисленные выше перспективные проекты, содержат жидкое наполнение — не только топливо, но и хладогент в системах теплообмена и теплового баланса, воду для жизнеобеспечения в пилотируемых аппаратах и т.п. Поэтому представляется интерес рассматривать движение тел, содержащих жидкость в центральном силовом поле.

Работа посвящена одной из составляющих частей изложенного вопроса, а именно устойчивости движения. Она содержит исследование устойчивости движения спутника с вязкой несжимаемой жидкостью по круговой орбите. Описано движение механической совокупности из твёрдого тела и вязкой жидкости. Изучены первые интегралы невозмущённого и возмущённого движения. Составлена функция Ляпунова методом Четаева. Проведён анализ условий устойчивости по отношению к самой системе и параметров движения.

Постановка задачи: исследовать устойчивость невозмущённого движения спутника с вязким жидким наполнением по круговой орбите радиусом  $R_0$  с постоянной угловой скоростью  $\omega$ . Устойчивость оценивается для 17 возмущённых параметров.

Движение механической совокупности, записывается системой уравнений (теоремы об изменении количества движения, теоремы об изменении кинетического момента, уравнения Навье-Стокса) в векторном виде [1]

$$\left\{ \begin{array}{l} M \frac{d^2 \vec{R}}{dt^2} = \nabla_R U \\ \frac{d \vec{K}_C}{dt} = \frac{d \vec{K}_C}{dt} + \vec{\omega} \times \vec{K}_C = \sum \vec{M} \\ \frac{d}{dt} (\vec{V}_C + \vec{V}_{\text{отн.}} + \vec{\omega} \times \vec{r}_C) + \vec{\omega} \times (\vec{V}_C + \vec{V}_{\text{отн.}} + \vec{\omega} \times \vec{r}_C) = \vec{F} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \Delta \vec{V}_{\text{отн.}} \end{array} \right. \quad (1)$$

Записанные уравнения имеют первые интегралы. Они состоят из интеграла площадей, тривиальных интегралов, и интеграла энергии, который непосредственно можно получить из уравнений движения. Подставив вместо невозмущённых параметров возмущённые, получим первые интегралы при возмущённом движении.

Теорема Ляпунова об устойчивости: если дифференциальные уравнения

возмущённого движения таковы, что возможно найти знакоопределённую функцию, первая производная которой в силу этих уравнений была бы или знакопостоянной функцией с противоположного знака или тождественно равной нулю, то невозмущённое движение устойчиво [2].

В случае с вязкой жидкостью первая производная интеграла энергии всегда меньше нуля. Поэтому достаточно создать функцию Ляпунова так, чтобы она не содержала членов первого порядка, а квадратичная форма была определённо-положительной. Согласно такому принципу получена функция Ляпунова (2) [3].

$$W = W_1 - 2\omega W_2 - \frac{3\mu}{R_0^3} W_3 + C\omega^2 W_4 + \sigma W_2^2 + \lambda W_3^2 + \delta W_4^2 \quad (2)$$

Проанализировав определённо-положительность квадратичных форм, получим достаточное условие устойчивости, касающееся главных моментов инерции механической совокупности

$$C > A > B \quad (3)$$

Условие устойчивости в данном случае не отличается от условий для твёрдого тела. Такое явление можно объяснить одной из теорем Жуковского, в которой говорится о том, если вязкая жидкость совершает относительное движение внутри сосуда, то с рассеиванием энергии система с вязкой жидкостью в конце будет совершать твердотельное движение.

Полученное соотношение (3) позволяет качественно выбрать геометрию полости, зная главные моменты инерции твёрдого тела.

#### Список литературы

1. Моисеев Н.Н., Румянцев В.В. Динамика тела с полостями, содержащими жидкость. М.: Наука, 1965. 440 с.
2. Четаев Н.Г. Устойчивость движения. М.: Гостехтеоретиздат, 1955. 176 с.
3. Колесников Н.Н. Об устойчивости свободного твёрдого тела с полостью, заполненной несжимаемой вязкой жидкостью. // Прикладная математика и механика. 1962. Т. 26. С. 606-612.

## СЕКЦИЯ «ФИЗИКА»

УДК 535.343.4

### АНАЛИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Гылка Р.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

gyulkara@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Фуфурин И.Л., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В нынешних реалиях важно знать компонентный состав природного газа для использования его в разных областях деятельности. Этот газ широко используется в энергетике как энергоноситель, теплоснабжении, отоплении частных домов, азотных удобрений и других областях. Основой природного газа является метан, но обычно в его состав входят и более тяжелые углеводороды: этан, пропан, бутан. Также в составе природных газов в качестве примесей присутствуют водород, сероводород, азот, углекислота, гелий и другие инертные газы. Существуют разные методы анализа газа: механические, акустические, тепловые, магнитные, оптические, ионизационные, масс-спектрометрические, электрохимические, полупроводниковые. [1]

Был использован метод инфракрасной Фурье-спектроскопии для анализа компонентного состава природного газа. Для измерения спектров поглощения использовали Фурье-спектрометр с кюветой, внутри которой и находится исследуемый газ, который был разбавлен, поскольку оптический путь излучения достаточно большой и большая часть излучения поглощается. [2]

Установка содержит следующие основные блока: газосмеситель, баллон с природным газом, баллон с азотом (газом-разбавителем), Фурье-спектрометр с кюветой, компьютер, подключенный к спектрометру.

С помощью газосмесителя природный газ из баллона разбавляется азотом из баллона и подводится по трубке в кювету спектрометра. В кювете через газ проходит излучение, чей оптический путь равен 6 метрам. Полученные данные на спектрометре сохраняются на компьютере. Природный газ выходит из кюветы по трубке в атмосферу.

Для обработки данных спектра газа использовали закон Бугера — Ламберта — Бера:

$$I = I_0 \exp(-\chi_\lambda C d) \quad (1)$$

Для расчета концентраций газов в газовой смеси переходим к оптическим плотностям. Основные компоненты: метан, этан, пропан и углекислый газ. Так, по закону Бугера — Ламберта — Бера каждый компонент вносит свой вклад на определенной длине волны в зависимости от его концентрации. Представим совокупность спектров как матрицу (4XN) (где N число длин волн в спектре), а концентрации газов в смеси как вектор (1X4). Перемножив матрицу и вектор получим спектр смеси (1XN).

Однако, чтобы найти коэффициенты, воспользуемся псевдообратной матрицей к матрице газов, так как эта матрица не является квадратной:

$$A^+ = (A^T A)^{-1} A^T \quad (2)$$

Данные о спектрах газа выбраны из базы данных NIST, где газы разбавлены и их оптический путь составляет всего 5 см. Конечно, рассматриваемая газовая смесь также

разбавлена, но сильнее, а оптический путь составляет 6 м. Используя эту информацию, можно рассчитать коэффициенты.

Получились следующие результаты: Метан – 63%, этан – 14%, пропан – 16,13%, CO<sub>2</sub> – 6,86%. Паспорт: Метан – 95,2%, этан – 2,69%, пропан – 0,84%, CO<sub>2</sub> – 0,25%

Погрешность основного газа метана составляет 33 %. Причиной такой значительной разницы между данными служит то, что результаты получены на основе четырех компонентов газовой смеси, а сам природный газ содержит еще бутан, пентан и другие органические соединения. Другой причиной служит поглощение интенсивности излучения окружающим воздухом [3].

#### Список литературы

1. Морозов А.Н., Светличный С.И. Основы фурье-спектрометрии. Москва: Наука, 2006. 275 с.
2. Morozov A.N. et al. Statistical estimation of the probability of the correct substance detection in FTIR spectroscopy // Computer Optics. 2015. V. 39, №. 4, pp. 614–621.
3. Морозов А.Н., Светличный С.И., Фуфурин И.Л. Коррекция волновых чисел в панорамном фурье-спектрометре // Докл. академии наук. 2015. Т. 464. №. 2. С. 156.

#### УДК 543.421

### ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БИОФИЗИКИ

Коноплева А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

konoplevaaa@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Фуфурин И.Л., к.ф.-м.н, доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Хронические заболевания, такие как диабет, бронхиальная астма и пневмония, относятся к числу наиболее социально значимых заболеваний. Неинвазивная диагностика таких заболеваний является одним из важнейших направлений развития современной медицины. К таким методам относится анализ выдыхаемого воздуха. Выдыхаемый воздух представляет собой сложную газовую смесь, содержащую помимо атмосферных газов продукты основного обмена (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O), а также множество газообразных молекул в следовых количествах, некоторые из которых можно использовать в качестве биомаркеров [1].

В данной работе использовалась установка на основе ИК-спектроскопии с минимальными обнаружимыми концентрациями на уровне долей ppm, предназначенная для анализа как чистых веществ, так и газовых смесей. Основными элементами установки являются квантово-каскадный лазер (ККЛ) и многоходовая кювета. В данной установке используется ККЛ, так как у него достаточно широкая спектральная развертка, что позволяет в ИК диапазоне идентифицировать наибольшее количество веществ. Лазер построен по схеме Литрова. Газовая кювета типа Эрриорта позволяет получить оптический путь 76 м путем многократных переотражений.

ИК-излучение от ККЛ отражается на зеркале и через фокусирующую линзу попадает на светоделитель. Светоделитель делит ИК-излучение на две части: первая часть излучения от светоделителя попадает на опорный фотоприемник, а вторая часть (80%) отражается от зеркала и попадает в газовую кювету Эрриорта под углом 30 и выходит под

углом 60 относительно входного луча. В кювете при базе 0.32 м происходит до 238 переотражений, что соответствует оптическому пути до 76 м. После прохождения через кювету ИК-регистрируется на ФПУ. Лазерная указка, излучающая в видимом диапазоне и расположенная соосно с ККЛ, использовалась для юстировки ИК-пучка в кювете.

В эксперименте всего приняли 168 волонтера. Волонтеры делились по группам: здоровые, волонтеры с диабетом, волонтеры с бронхиальной астмой и волонтеры с пневмонией. Разработанные численные методы предназначены для классификации газовых смесей и выявления биомаркеров [2-3].

В качестве методов машинного обучения были выбраны для сравнения три метода: методов опорных векторов, метод ближайших соседей, логистическая регрессия и метод случайного леса. Предварительно данные понижались методами PCA, LDA и t-SNE. Наибольшую точность обеспечивает метод логистической регрессии.

Для логистической регрессии получилось следующие результаты классификации по метрике Чувствительность: Здоровые – 92%, Диабет – 100%, Астма – 71%, Пневмония – 100%.

Из полученных результатов можем сделать вывод, что сочетание относительно простого и быстрого метода ИК-спектроскопии и возможности идентификации молекул-биомаркеров с помощью машинного обучения имеет высокий потенциал для дальнейшего применения в медицине.

#### Список литературы

1. Stepanov E.V., Kasoev S.G. Multicomponent analysis of biomarkers in exhaled air using diode laser spectroscopy // *Optics and Spectroscopy*. 2019. V. 126. pp. 736-744.
2. Fufurin I.L. et al. Numerical techniques for infrared spectra analysis of organic and inorganic volatile compounds for biomedical applications // *Optical Engineering*. 2021. V. 60. №. 8. pp. 082016-082016.
3. Fufurin I. et al. Deep Learning for Type 1 Diabetes Mellitus Diagnosis Using Infrared Quantum Cascade Laser Spectroscopy // *Materials*. 2022. V. 15. № 9. pp. 2984.

**СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»****УДК 621.382.33****СОВРЕМЕННЫЕ НАНОТРАНЗИСТОРЫ, ТРАНЗИСТОРЫ НА ОСНОВЕ УНТ**

Гетманов Б.К., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

bogdan-kiselev2002@mail.ru

Научный руководитель: Шабатина Т.И., д.х.н., профессор, зав.кафедрой

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Данная работа направлена на изучение в области микро- и нанoeлектроники. Транзистор является ключевым элементом практически любого электронного прибора. Открытия транзистора в 1947 году и интегральных схем в 1958 году явились началом революционных преобразований всей электроники. В ходе становления полупроводниковой технологии размеры транзистора неуклонно уменьшались, всё сильнее стала ощущаться потребность в новых физических моделях для их описания. К концу XX века размеры транзисторов достигли наномасштаба, а сам нанотранзистор стал первым среди всех наноразмерных электронных устройств объектом крупномасштабного промышленного производства. Сегодня длина канала проводимости транзистора приблизилась к 10 нм, что на три порядка меньше, чем в первых MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) [1].

Нанотранзистор - транзистор, размеры которого исчисляются нанометрами, и работа которого базируется на квантовомеханических эффектах. Однако он вовсе не обязан работать только с квантовой информацией. Доказано, что в базисе нанотранзисторов возможна реализация устройств обычной классической логики.

КНИ-транзисторы (кремний на изоляторе) имеют полностью или частично обедненное носителями основание. Вследствие обеднения подложки зарядами электрическое поле в инверсионном слое прибора существенно меньше, чем в обычных приборах с сильнолегированной областью канала [2].

В транзисторах с двойным затвором удалось вдвое увеличить ток транзистора. Одним из примеров транзистора с двойным затвором является конструкция FinFET-транзистора (Fin Field Effect Transistor). FinFET - это тип неплоского транзистора, или "3D" транзистора. Такие транзисторы повышают производительность на 33%, а также уменьшают энергопотребление на 50% по сравнению с MOSFET транзисторами. Fin-устройства также не избежали этой участи. К их недостаткам можно отнести: сложность динамического контроля за пороговым напряжением затвора, квантование размеров, более высокие паразитные характеристики, очень высокие емкостные характеристики.

Углеродные нанотрубки обладают хорошими эмиссионными способностями и являются перспективными элементами ряда приборов микро- и нанoeлектроники. Степень скрученности нанотрубок, характеризуемая парой чисел  $m$  и  $n$ , оказывает значительное влияние на электрические свойства нанотрубки, определяет ее зонную структуру и взаимное расположение валентной зоны и зоны проводимости на энергетической диаграмме. Если разность  $n - m$  кратна трем, то нанотрубка будет обладать электронной проводимостью по типу металлов. Такими свойствами обладают нанотрубки типа «кресло». Во всех остальных случаях нанотрубки являются полупроводниками,  $p$  между зоной проводимости и валентной зоной существует запрещенная зона с шириной от нескольких десятых до единиц электрон-вольт (эВ), причем чем меньше диаметр нанотрубки, тем больше ширина запрещенной зоны. Созданы транзисторные структуры

на основе нанотрубок. В определенном отношении такой транзистор является аналогом полевого транзистора. На пластину кремния наносится слой оксида кремния, служащий изолятором. Между истоком и стоком крепится нанотрубка длиной несколько десятков нанометров. Она же служит каналом переноса носителей. Затвором служит подложка кремния, на которую подается управляющий потенциал.

В связи с развитием технологического прогресса и уменьшением размеров транзисторов, возникла необходимость применять другие технологии в производстве транзисторов. В первую очередь это связано с приближением кремния к физически непреодолимой границе, когда создавать более тонкие структуры уже будет невозможно. Транзисторы, основанные на технологии нанометрового диапазона, проявляют лучшие свойства, чем обычные кремниевые транзисторы. Например, уменьшают токи утечки в 2-4 раза, снижают паразитное сопротивление, уменьшают выделяемую мощность, увеличивают рабочую частоту (от нескольких ГГц до ТГц), а также увеличивают подвижность носителей заряда.

#### Список литературы

1. Физика нанотранзисторов: устройство, метрика и управление MOSFET // ResearchGate: Научно-информационная социальная сеть. 2018. URL: [https://www.researchgate.net/publication/329246275\\_Fizika\\_nanotranzistorov\\_ustrojstvo\\_metriki\\_i\\_upravlenie\\_MOSFET](https://www.researchgate.net/publication/329246275_Fizika_nanotranzistorov_ustrojstvo_metriki_i_upravlenie_MOSFET) (Дата обращения 11.04.2023)
2. Сигов А.С. Нанoeлектроника // Studme.org. 2018. URL: <https://studme.org/224390/tehnika/tranzistory#982> (Дата обращения 11.04.2023)

### УДК 620.3

#### НАНОАССЕМБЛЕРЫ И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ НАНОФАБРИКИ

Дедкова А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

[lina.dedcova@gmail.com](mailto:lina.dedcova@gmail.com)

Новиков С.Ю., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

[chyjd@yandex.ru](mailto:chyjd@yandex.ru)

Научный руководитель: Шабатина Т.И., д.х.н. профессор, зав.кафедрой

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В настоящее время одной из самых стратегически важных и быстроразвивающихся научно-технических сфер является нанотехнологии. Самой высокотехнологичной и теоретически допустимой технологией являются наноассемблеры и молекулярные нанофабрики [1].

Был проведен обзор существующих методов и средств, которые, помогут помочь создать наноассемблеры и молекулярные нанофабрики, и представлены развития этих методов.

Научные работы, проведенные в этой области, были собраны и разделены на следующие категории: биохимическая реализация, путем копирования процесса синтеза белков в рибосомах; механическая реализация, путем прямого синтеза из отдельных атомов. В биохимической реализации существуют определенные успехи. Рассмотрены примеры создания биомолекулярных устройств, способных синтезировать до четырех белков [2]. Показано, что механической реализации существует много теоретических подходов к созданию наноассемблера с помощью сканирующего туннельного микроскопа

[3].

## Список литературы

1. Ассемблер (наноассемблер) | Нанотехнологии Nanonewsnet. URL: <https://www.nanonewsnet.ru/node/2435> (Дата обращения 11.04.2023)
2. Lewandowski B., De Bo G., Ward J.W., Parnpeyer M., Kuschel S., Aldegunde M.J., Gramlich P.M.E., Heckmann D., Goldup S.M.. Sequence-Specific Peptide Synthesis by an Artificial Small-Molecule Machine. // Science. 2013. № 339(6116). pp. 189–193.
3. De Bo G.; Gall M.A.Y.; Kuschel S.; Winter J.D.; Gerbaux P.; Leigh D.A. An artificial molecular machine that builds an asymmetric catalyst. // Nature Nanotechnology. 2018. № 13(5). pp. 381–385.

УДК 614.844.6, 54.03

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ НИЗКОЗАСТЫВАЮЩЕЙ ПОЖАРОТУШАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ**

Зоткин А.П., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

zotkin.a.p@bmstu.ru

Научный руководитель: Болдырев В.С., к.т.н., доцент,

МГТУ им. Н.Э. Баумана факультет «Фундаментальные Науки»,

Заведующий отделом «ИХТС» ИЦ АР МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Несмотря на то, что арктические и субарктические регионы нашей страны занимают значительную, но не наибольшую площадь, среднее количество пожаров в году в них превышает аналогичные значения в других климатических регионах. Стоит отметить, что, несмотря на кажущуюся противоречивость утверждения, частота возникновения пожаров растёт со снижением окружающей температуры воздуха. Хотя с 1995 года и существует тенденция к уменьшению общего числа пожаров в России, ежемесячное количество их отличается в зависимости от сезона. Так, число пожаров в летнее время меньше на 18-20 %, чем в зимнее [1]. По всей видимости, рост пожароопасности в холодное время года связан с работой отопления, которое в частных домах чаще выполнено автономным, а при наличии центрального отопления могут быть включены дополнительные источники тепла, которые также могут приводить к возгоранию. Негативное влияние низких температур окружающей среды значительно ограничивает тактический потенциал пожарных и спасательных подразделений и сказывается на работоспособности мобильных средств ликвидации пожаров. Последствия такого воздействия существенно осложняют оперативную обстановку на пожаре, что приводит к необходимости привлечения значительных дополнительных сил и средств и увеличением времени работы подразделений.

Помимо роста количества пожаров в холодное время года, растёт и средняя продолжительность тушения пожара. Если средние затраты времени на тушение в России составляют порядка 48 мин, то крупные пожары, происходящие зимой, требуют уже в среднем 286 мин. Также стоит отметить и существование корреляции между температурой окружающей среды и временем тушения: чем ниже температура окружающего воздуха, тем больше необходимо времени для тушения. К примеру, при -50 °С тушение пожара в среднем занимает более 7,5 часов. Аналогичная картина наблюдается в вопросе гибели людей на пожарах. Начиная с 2022 года также наблюдается тенденция к снижению гибели людей, но если отдельно проанализировать ежемесячную



гибель в течении года, то в зимние месяцы она на 65-70% больше, чем в летний период года. При количестве пожаров, описываемых величинами одного порядка, такая закономерность свидетельствует о снижении эффективности деятельности пожарных и спасательных подразделений.

Проблема затруднительного тушения возгораний при отрицательных температурах окружающего воздуха может быть решена различными способами. Несмотря на безостановочные работы по совершенствованию и модернизации технического оснащения пожарных подразделений, вышеописанная проблема не имеет гарантированно рабочего универсального решения, к тому же являющегося экономически приемлемым. Химический метод решения включает в себя создание низкозастывающей жидкости для пожаротушения, которая должна обладать полезными свойствами воды, используемой для тушения, и при этом не замерзает во всём возможном интервале температур окружающей среды, встречающемся на территории РФ. Рецепт такой жидкости будет определяться физико-химическими параметрами как смеси, так и компонентов, в неё входящих.

Одним из вариантов смеси, застывающей при низких температурах, является водный раствор хлористого кальция. В зависимости от соотношения компонентов раствора «хлористый кальций – вода», выбирается необходимая температура замерзания двухкомпонентной системы. При внесении сторонних веществ точка затвердевания может сдвигаться, поэтому требуется корректировка содержания соли в многокомпонентной смеси в сравнении с двухкомпонентной системой «соль-вода» [2]. При выяснении эффективности тушения горящего материала раствором хлористого кальция был отмечен интересный и практически значимый побочный эффект. При высыхании раствора на поверхности древесины он формирует плёнку из кристаллизовавшейся соли, выглядящую как белый налёт. Образующаяся плёнка препятствует повторному возгоранию материала при сохранении очага горения в толще горючего вещества. Предполагается, что подобный эффект вызван, с одной стороны, затруднением доступа кислорода сквозь покрытие из кристаллизовавшейся соли, с другой – высокой температурой плавления кристаллов хлорида кальция и, как следствие, его высокими теплоотводящими свойствами. Таким образом, применение состава на основе хлористого кальция воздействует сразу на два ребра треугольника пожара.

Испытан состав [3], являющийся раствором хлористого кальция в воде и содержащий пакет органических добавок. Строго определенное содержание хлористого кальция в воде позволяет составу не замерзать при температурах вплоть до -65 градусов по Цельсию. Органические добавки (поверхностноактивные вещества) способствуют лучшей устойчивости состава около температуры застывания. Состав эффективно осуществляет тушение горячей древесины во всём интервале температур, в котором низкозастывающая жидкость не застывает.

#### Список литературы

1. Пожары и пожарная безопасность в 2011 году: статистический сборник / под. общ. ред. В.И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2012. 137 с.
2. Богатов Н.А., Болдырев В.С., Савина А.С., Зоткин А.П., Пентюхин Е.И. К вопросу о создании жидкости для пожаротушения в условиях крайне низких температур. // V Международная научно-практической конференции «Техносферная безопасность, проблемы и перспективы. Химки: Сборник трудов. 2022. С. 32-41.
3. Болдырев В.С., Шипицын Ю.А., Богатов Н.А. и др. Низкотемпературный огнетушащий состав. Патент RU 2790706 С1. Заявл. 28.07.2022, опубл. 28.02.2023.

УДК 577.152.1

## ОПТИМИЗАЦИЯ БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО МЕТОДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЗМА ДЕЙСТВИЯ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ АГЕНТОВ НА ЖИВЫЕ КЛЕТКИ *E. COLI*

Каминская С.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

kaminsk1902@yandex.ru

Научный руководитель: Ломакина Г.Ю., к.х.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

АТФ - универсальный показатель энергетического статуса живых клеток и их метаболической активности, который может быть использован для изучения влияния внешних воздействий на функционирование живых организмов. Наиболее специфичным, чувствительным и быстрым является биолюминесцентный метод на основе системы люциферин-люцифераза светляков, который основан на реакции окисления люциферина кислородом воздуха в присутствии фермента люциферазы и АТФ, сопровождаемой излучением света видимого спектра (540–590 нм). Достоинства метода - абсолютная специфичность фермента к АТФ и люциферину, высокий квантовый выход, а также прямая пропорциональность между интенсивностью выделяющегося света и концентрацией АТФ и фермента в широком диапазоне концентраций [1].

Цель данной работы – оптимизация биолюминесцентного метода для быстрого определения эффективности действия антибактериальных агентов (АБП) на живые системы по изменению содержания АТФ и люциферазы внутри и вне клеток во времени. Мы использовали живые клетки *E. coli* (штамм BL21 DE3 Codon plus), продуцирующие активную термостабильную люциферазу, для изучения механизма действия гентамицина - антибиотика аминогликозидного ряда.

Для определения общего и внеклеточного АТФ использовали АТФ-реагент на основе люциферазы светляков, в состав которого входят все необходимые компоненты реакции за исключением АТФ, который поступает в реакционную смесь из образца и вызывает свечение. АТФ<sub>out</sub> определяли добавлением АТФ-реагента непосредственно к клеточной суспензии. АТФ<sub>in</sub> регистрировали в клеточном экстракте, полученном в результате обработки клеток диметилсульфоксидом в течение 1 мин. Содержание внутриклеточного АТФ, характеризующее жизнеспособность клеток, рассчитывали по разности общего и внеклеточного АТФ. Luc<sub>out</sub> определяли добавлением к клеточной суспензии субстратной смеси с рН 7.8. При определении Luc<sub>in</sub> для проникновения люциферина внутрь клетки рН раствора снижали до значения 5.0 - при таком рН люциферин проникает в клетку и реагирует с внутриклеточной люциферазой. Таким образом, данный метод позволяет измерять изменение концентраций АТФ и люциферазы практически в режиме реального времени и оценивать действие внешних агентов, начиная с начальных стадий реакции.

Для исследования действия гентамицина образцы клеточной суспензии с концентрацией 4 - 6 млн кл/мл инкубировали в среде LB при температуре 37°C с различными концентрациями антибиотика (от 0 до 0,2 мг/мл) в течение трех часов при различных скоростях перемешивания суспензий.

Мы наблюдали закономерный рост АТФ<sub>out</sub> и Luc<sub>out</sub> при увеличении концентрации антибиотика, связанный с повреждением клетки в присутствии эффектора. При этом обнаружено снижение содержания Luc<sub>in</sub> и АТФ<sub>in</sub>, что также свидетельствует о протекании процесса гибели клетки. Однако, следует отметить, что

даже при высоких концентрациях антибиотика за 3 ч инкубации  $ATP_{in}$  не снизился, как мы ожидали, до нулевых значений, и часть клеток сохранила жизнеспособность.

Из литературных источников известно [2], что бактерицидный препарат гентамицин, проникая в клетку, встраивается в 30S субъединицы рибосом и нарушает синтез белка, что, в конечном итоге, приводит к гибели клеток. По полученным нами данным можно заключить, что гентамицин проникает в клетку (об этом свидетельствует снижение люциферазной активности) и останавливает процесс клеточного деления при сохранении метаболической активности. Таким образом, клетка остается живой, но временно или постоянно теряет способность к делению. Можно ожидать, что при изменении внешних условий и снятии стрессовых факторов клетка способна восстановить свои клеточные функции.

Таким образом, оптимизированный нами биолюминесцентный метод, позволяет проводить быстрое изучение действия эффектора во времени, регистрируя отклик клетки по четырем параметрам: внутриклеточным АТФ и люцифераза, внеклеточным АТФ и люцифераза.

Работа выполнена в рамках госрегистрационной темы МГУ имени М.В. Ломоносова Номер ЦИТИС: 121041500039-8

#### Список литературы

1. Ломакина Г.Ю., Модестова Ю.А., Угарова Н.Н. Биолюминесцентная детекция жизнеспособности клеток // Биохимия. 2015. Т. 80. С. 829-844.
2. Гентамицин (Gentamycinum) // Регистр лекарственных средств России. URL: <https://www.rlsnet.ru/active-substance/gentamicin-104> (Дата обращения 20.04.2023).

**УДК 546-3+546.06+54.03**

### **ПСЕВДОГИБРИДНЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ НА ОСНОВЕ ЗАМЕЩЕННЫХ 2-ГИДРОКСИПРОПИЛ-"-ЦИКЛОДЕКСТРИНОВ**

Хромова Т.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Научный руководитель: Захаров А.Н. д.х.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Получение водорастворимых наночастиц на основе высокозамещенных 2-гидроксипропил- $\beta$ -циклодекстринов относится к одному из наиболее перспективных и быстро развивающихся направлений супрамолекулярной химии. Основным достоинством циклодекстринов перед другими олигомерными молекулами заключается том, что они представляют собой продукты конденсации глюкозы, биохимически значимого, а следовательно, безопасного соединения, необходимого для нормального функционирования живых организмов.

Было обнаружено, что особенность строения циклодекстринов позволяет использовать их молекулы в качестве молекулярных контейнеров для водонерастворимых соединений лекарственных веществ с целью их эффективной доставки в подвижной водной среде. Этим свойством обусловлен интерес к возможности использования циклодекстринов как эффективных средств целенаправленной транспортировки различных лекарственных соединений.

Самоорганизация 2-гидроксипропил- $\beta$ -циклодекстринов с образованием водорастворимых наночастиц с эффективными размерами от 300 до 400 нм происходит *in situ* в водных щелочных растворах [1]. Установлено, что в процессе формирования

принимают участие только высокозамещенные молекулы 2-гидроксипропил-β-циклодекстринов. Эффективность этого процесса возрастает по мере увеличения степени замещения 2-гидроксипропил-радикалами. В работе использованы 2-гидроксипропил-β-циклодекстрины со среднестатистической степенью замещения 6,8.

Основным условием самоорганизации 2-гидроксипропил-β-циклодекстринов является наличие в системе гетерогенного медиатора в форме зародышей металлического железа, образованных *in situ* в процессе восстановления ионов Fe(II) под действием щелочного раствора гипофосфита натрия  $\text{NaH}_2\text{PO}_2$ . Экспериментально доказано, что образование ядер металлического железа происходит в условиях полного отсутствия в системе соединений Fe(III). С этой целью использовали соль Мора  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ , для восстановления которой из всех изученных восстановительных реагентов подходит только гипофосфит натрия [2].

Процесс самоорганизации выполняли при комнатной температуре в течение 8-10 ч при перемешивании магнитной мешалкой. В ходе реакции наблюдали образование черной суспензии, представляющей собой исключительно магнитную форму  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , так называемый маггемит, что было установлено методами рентгеноструктурного анализа и мессбауэровской спектроскопии.

В результате обнаружено, что в ходе синтеза формируется два сорта наночастиц, содержащих и практически не содержащих магнитных ядер маггемита [3]. Обнаружено также, что образование безметалльной (псевдогибридной) и металлсодержащей формы наночастиц наблюдается при молярном отношении Fe:циклодекстрин, равном 100:1 и 10:1 соответственно. Металлсодержащая и безметалльная формы наночастиц отличаются магнитными свойствами и различной растворимостью в воде.

Наночастицы на основе замещенного 2-гидроксипропил-β-циклодекстрина термочувствительны и подвергаются частичному термическому распаду при температуре, близкой к нормальной температуре человеческого организма 37°C [3]. Распад наночастиц происходит взрывообразно в чрезвычайно узком температурном интервале, не превышающем 1-2 градуса. Эта особенность температурного поведения наночастиц может быть использована в практической медицине при разработке методов целенаправленной доставки лекарственных веществ, окклюдированных в полостях поверхностных молекул циклодекстрина, к очагам воспаления с повышенным температурным фоном (гипертермией). Высвобождение лекарственных препаратов в результате термической деструкции наноформ происходит непосредственно при прохождении потока (лимфы, крови) через очаги воспаления.

#### Список литературы

1. Спиридонов В.В., Панова И.Г., Захаров А.Н., Топчиева И.Н. Поведение железосодержащих наночастиц на основе 2-гидроксипропил-β-циклодекстрина в водных растворах // Известия АН. Сер. Хим. 2016. № 3. С. 692—696.
2. Spiridonov V.V., Zakharov A.N., Panova I.G., Afanasov M.I., Perov N.S., Topchieva I.N. Self-assembling of highly substituted 2-hydroxypropyl-β-cyclodextrin in the presence of *in situ*-formed iron oxide nanoparticles to produce magnetically ordered water-soluble supramolecular adducts // Colloid Polym. Sci. 2015. V. 293 (5). pp. 1329-1337.
3. Spiridonov V.V., Panova I.G., Topchieva I.N., Zakharov A.N. Metal-free thermally-responsive pseudohybrid nanoparticles based on 2-hydroxypropyl-β-cyclodextrin // RSC Advances. 2016. V. 6. pp 44113—44118.

**УДК 062-50****НАНОТЕХНОЛОГИИ В РАЗРАБОТКЕ РОБОТОТЕХНИКИ**

Шмони́на О.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

oksanashmonina@yandex.ru

Научный руководитель: Шабатина Т.И., профессор, д.х.н., зав.каф.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки».

Наноидная робототехника представляет собой развивающуюся технологическую область, в которой создаются машины или роботы, компоненты которых находятся на уровне нанометра ( $10^{-9}$  метров) или близки к нему [2]. Наномашины в основном находятся в стадии исследований и разработок, но некоторые примитивные молекулярные машины и наномоторы уже прошли испытания. Примером может служить датчик с переключателем диаметром примерно 1,5 нанометра, способный подсчитывать определенные молекулы в химическом образце.

С точки зрения нанохимии, в настоящее время применяются две схемы реализации нанотехнологий, основанных на использовании синтеза и процессинга «сверху-вниз» (МИКРОЧАСТИЦА  $\rightarrow$  наночастица  $\rightarrow$  атом) и «снизу-вверх» (микрочастица  $\leftarrow$  наночастица  $\leftarrow$  АТОМ). [1] В первом случае воздействие оказывается на микрочастицу, а во втором случае – на атомы и молекулы. Квантовая кинетика процесса диссипативной (оперирует вдали от термодинамического равновесия) релаксации открытой наночастицы, комплексно описывается кинетическими уравнениями. Критически сложность проявляется в двух процессах. Прежде всего, форма кинетической функции Лиувиллиана зависит от сложности механизмов процесса диссипации энергии наночастицы. Согласно теореме Фока-Крылова, для процесса квантовой релаксации необходимо, чтобы динамическая система (наночастица) была квантово-механической системой с конечным числом степеней свободы и дискретным спектром энергии, а диссипативная система (конденсированное состояние), напротив, должна быть квантово-полевой системой с бесконечным несчётным числом степеней свободы и непрерывным спектром энергии [1]. Только в этом случае существуют механизмы процесса диссипации энергии, ведущие к квантовой релаксации наночастицы.

Главной особенностью молекулярных моторов, используемых в наноустройствах, являются повторяющиеся однонаправленные вращательные движения происходящие при подаче энергии. Для подачи энергии используются химический, световой метод, а также метод туннелирования электронов. Кроме молекулярных двигателей, создаются также наноэлектродвигатели, сходные по конструкции с макроскопическими аналогами, проектируются двигатели, принцип работы которых основывается на использовании квантовых эффектов.

Анализ ситуации в военной сфере чрезвычайно затруднён ввиду засекреченности большинства источников. Наиболее вероятными поражающими факторами для человека, животных и окружающей среды, т. е. нанобиотехнологическим оружием [3], могут являться:

- молекулярные роботы; простейшая модель функционально представляет микроскопическую структуру с управляемыми свойствами и поведением.
- сконструированные (не встречающиеся в природе) нанопатогены (СНП), нанобактерии; поражающее действие биологического нанооружия основывается на использовании болезнетворных свойств [3] патогенных наноорганизмов и токсичных продуктов их жизнедеятельности.

- «умная» пыль; «пылинки», представляющих собой часть системы наблюдения и анализа. Среди них будут видеокамеры с возможностью передачи информации, каналы связи, узлы обработки разведданных.

На основании вышеизложенного можно прийти к ряду важных заключений, касающихся свойств нанoeлектромеханических наноботов. Прежде всего, такой нанобот – это компактная квантовая наночастица. Подходы к синтезу и обработке наносистем опираются на слабо диссипативные, «медленные» адиабатические кинетические процессы [2]. Они определяются движением локализованных неравновесных пакетов колебательных и вращательных степеней свободы атомов и молекул.

#### Список литературы

1. Безносюк С.А., Жуковский М.С., Жуковская Т.М., Гришко М.С. «Квантовые диссипативные структуры биомиметических наноботов в аттохимии материалов» // Фунд. пробл. совр. материаловед. 2012. Т.9. №2. С. 252-258
2. Муркин Е.В., Огудина Г.Н., Зарайский Е.И., Жогин В.А., Биосовместимость и безопасность нанокompозитов. // Механика и наномеханика структурно-сложных и гетерогенных сред: всероссийская конференция, приуроченная к 20-летию ИПРИМ РАН. Москва: ИПРИМ РАН, 2009. 107 с.
3. Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «нанотехнологии и наноматериалы. // Сборник статей II Всерос. научно-техн. конф. ФГАУ Военный инновационный технополис "ЭРА" (Анапа, 2020 г.). 144 с.

**СЕКЦИЯ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»****УДК 519.67****МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЯЗКОУПРУГИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБРИДНЫХ СЕТОК**

Баймурзин Р.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

radmir200@mail.ru

Научный руководитель: Димитриенко Ю.И., д.ф.-м.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Гибридные сетки в настоящее время приобретают всё большую популярность среди пользователей метода конечного элемента, особый интерес представляют полностью гексаэдрические сетки, либо же сетки с преобладанием шестигранных элементов. Гексаэдр, как известно, имеет трилинейную аппроксимацию, что и позволяет получать лучшие результаты решений с меньшими затратами по сравнению с тетраэдрическими сетками. В гидродинамике пограничные слои, состоящие из шестигранников, эффективны для улавливания больших градиентов и разрешения вязких течений вблизи границы, поэтому полуструктурированные сетки пограничного слоя представляют значительный интерес.

Генерация гексаэдрических сеток все еще в стадии исследования, и основной вывод на данный момент заключается в том, что генерация полностью гексаэдрических сеток на произвольных областях в настоящее время находится за пределами нашей досягаемости. Можно немного ослабить требования, таким образом, получаем гибридные сетки, в отличие от полностью шестигранных сеток, они могут объединять смесь шестигранников, призм, пирамид и тетраэдров. Цель создания сетки с преобладанием шестигранников состоит в том, чтобы генерировать сетки, в которых преобладают шестигранные элементы как по количеству, так и по объему. В данной работе представлен такой алгоритм для автоматического создания неоднородных шестигранных сеток на произвольной геометрии.

Композиционные материалы в современном мире применяются в самых разных отраслях промышленности. Действительно, сейчас сложно представить достаточно развитую область производства, где бы не использовались композиты. Это связано с тем, что современные композиционные материалы имеют широкий спектр механических, физических и химических свойств. Перед материаловедами стоит важная задача – тщательный подбор композита с такими свойствами, которые будет удовлетворять желаемым параметрам. Однако данный процесс далеко не так прост, как может показаться на первый взгляд. Например, может возникнуть необходимость сочетать демпфирующие свойства с прочностными. Эксперименты на релаксацию, которые проводятся для выяснения свойств полученного материала, чрезвычайно дороги и могут длиться месяцами или годами. Очевидно, что необходимо искать способы прогнозировать свойства композиционных материалов, не прибегая к длительным дорогостоящим экспериментам. В связи с этим в последние десятилетия стремительно развиваются различные математические модели и численные методы. Большинство методов прогнозирования свойств материалов основаны на тех или иных вариантах метода гомогенизации. В целом существует широкий спектр различных методов гомогенизации,

которые можно разделить на две группы в зависимости от того, получено ли решение аналитически или численно.

В идеальной шестигранной сетке каждая внутренняя вершина связана с шестью другими вершинами: слева-справа, сверху-снизу, спереди-сзади (четыре вершины в случае идеальной четырехугольной сетки). Основная идея нашего алгоритма размещения вершин основана на этом наблюдении. Зная заданный локальный размер сетки и локальные предпочтительные направления генерации сетки, каждая внутренняя вершина пытается породить шесть новых вершин. Однако перспективная вершина эффективно создается только в том случае, если она лежит внутри основной области и, если она не слишком близка к существующей вершине. Этот алгоритм применяется к границам геометрии до объемов. Когда это будет сделано, на множестве вершин строится триангуляция Делоне, тем самым получаем тетраэдральную сетку, к которой можно будет применить алгоритм рекомбинации Ямакавы [1]. В двумерном же случае каждая внутренняя вершина пытается породить 4 новых, далее строится триангуляция Делоне на этом множестве вершин и применяется алгоритм рекомбинации Blossom-Quad.

Рассматриваются композиты, в которых можно выделить периодическую структуру, тогда прогнозирование вязкоупругих свойств композиционных материалов сводится к решению серии локальных задач на  $1/8$  ЯП периодичности в частотной области, получаемых с помощью МАО (метода асимптотического осреднения) [2]. Далее возникает задача аппроксимации, либо же обратного преобразования во временную область решения. Здесь был выбран первый путь, поскольку данный подход позволяет избавиться от лишних осцилляций, получающихся при преобразовании, это позволяет достаточно точно предсказывать эффективные упругие константы композиционных материалов [3].

В представленной работе приведен подробный разбор метода построения гибридных сеток. Предложенный алгоритм позволяет эффективно создавать сетки на сложных составных геометриях, в том числе и на ЯП композитов для последующего моделирования вязкоупругих свойств. Применение гибридных сеток с преобладанием гексаэдрических конечных элементов позволило ещё быстрее производить численное вычисление эффективных вязкоупругих свойств композитов.

#### Список литературы

1. Yamakawa S, Shimada K. Fully-automated hex-dominant mesh generation with directionality control via packing rectangular solid cells // Int J Numer Meth Eng. 2003. № 57. pp. 2099-2129.
2. Димитриенко Ю.И., Соколов А.П. Метод конечных элементов для решения локальных задач механики композиционных материалов: учебное пособие Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. 68 с.
3. Димитриенко Ю.И., Юрин Ю.В., Сборщиков С.В., Яхновский А.Д., Баймурзин Р.Р., Моделирование эффективных ядер релаксации и ползучести вязкоупругих композитов методом асимптотического осреднения // Математическое моделирование и численные методы. 2020. № 3. С. 22–46.



УДК 539.3

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОНКИХ МНОГОСЛОЙНЫХ МИКРОПОЛЯРНЫХ УПРУГИХ ПЛАСТИН МЕТОДОМ АСИМПТОТИЧЕСКОГО ОСРЕДНЕНИЯ**

Бойко С.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

sboiko1997@gmail.com

Научный руководитель: Димитриенко Ю.И., д.ф.-м.н., зав.кафедрой

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В некоторых задачах классической теории упругости возникает значительное различие теории с экспериментом. В подобных случаях может быть применена моментная, или микрополярная теория упругости. В ней деформация твердого тела описывается не только вектором перемещений, но и вектором поворота, так что в твердом теле возникают не только напряжения, но и моментные напряжения, описываемые, в общем случае, несимметричными тензорами.

*Метод асимптотического осреднения*

Рассмотрим многослойную пластину постоянной толщины, введем малый параметр  $\alpha$  как отношение общей толщины пластины к характерному размеру всей пластины (ее максимальной длине). Введем также глобальные координаты  $x_k$  как отношение декартовых координат к характерному размеру, а также локальную координату  $\xi$  как отношение глобальной координаты  $x_3$  к параметру  $\alpha$ . При этом декартовы координаты ориентированы таким образом, что ось  $O\tilde{x}_3$  направлена по нормали к внешней и внутренней плоскостям пластины, а оси  $O\tilde{x}_1, O\tilde{x}_2$  принадлежат срединной поверхности пластины [1].

Рассмотрим общую трехмерную постановку задачи моментной теории упругости:

$$\begin{aligned} \sigma_{ji,j} + \rho f_i &= 0, \varepsilon_{ijk} \sigma_{jk} + M_{ji,j} + \rho h_{m_i} = 0; \\ \sigma_{ij} &= C_{ijkl} \gamma_{kl} + B_{ijkl} \mu_{kl}, M_{ij} = A_{ijkl} \mu_{kl} + B_{klj} \gamma_{kl}; \\ \gamma_{ji} &= u_{i,j} - \varepsilon_{kji} k_k, \mu_{ji} = k_{i,j}; \\ \Sigma_{3\pm} : \sigma_{ji} n_j &= -\alpha^3 p_{\pm} \delta_{i3}, M_{ji} n_j = -m_i^{(0)}_{\pm} - \alpha m_i^{(1)}_{\pm} - \alpha^2 m_i^{(2)}_{\pm} - \dots; \\ \Sigma_T : u_i &= u_{ei}, k_i = k_{ei}; \\ \Sigma_S : [\sigma_{ji}] n_j &= 0, [M_{ji}] n_j = 0, [u_i] = 0, [k_i] = 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Постановка (1) состоит из уравнений равновесия, уравнения моментов, определяющих соотношений для тензоров напряжений и моментных напряжений, кинематических соотношений для тензоров деформации  $\gamma_{ji}$  и изгиба-кручения  $\mu_{ji}$  [2], граничных условий на внешней, внутренней и торцевой поверхностях пластины, а также граничных условий на поверхности контакта слоев пластины.

Решение задачи (1) будем искать в виде асимптотических разложений по параметру в виде функций, зависящих от глобальных и локальной координат. К примеру, разложение для вектора перемещений:

$$u_k = u_k^{(0)}(x_I) + \alpha u_k^{(1)}(x_I, \xi) + \alpha^2 u_k^{(2)}(x_I, \xi) + \alpha^3 u_k^{(3)}(x_I, \xi) + \dots, \quad (2)$$

Аналогично (2) записываем разложения для вектора поворота и искомых тензоров. Подставляя асимптотические разложения в исходную задачу, получаем рекуррентную

последовательность локальных задач, начиная с нулевого приближения. Решения задачи  $n$  приближения являются входными данными для задачи  $n+1$  приближения. Для нахождения входных данных задачи нулевого приближения составляем осредненную систему уравнений, используя решения задач нулевого и первого приближений в общем виде.

*Пример результатов для задачи об изгибе*

Для примера рассмотрим задачу об изгибе прямоугольной однослойной пластины из изотропных материалов, расположенных симметрично относительно срединной поверхности. По данному методу решения можно рассчитать компоненты тензора напряжений  $\sigma_{31}$  и  $\sigma_{13}$  (напряжения межслойного сдвига):

$$\sigma_{31} = 12 \frac{\Delta \tilde{p}}{\alpha} \left(x - \frac{1}{2}\right) \left(\frac{\xi^2}{2} - \frac{1}{8}\right) \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{13} = & 12 \frac{\Delta \tilde{p}}{\alpha} \frac{C_{1331}}{C_{3131}} \left(x - \frac{1}{2}\right) \left(\frac{\xi^2}{2} - \frac{1}{8}\right) + \\ & + 12 \frac{\Delta \tilde{p}}{\alpha} \frac{1}{C_{1111}^{(0)}} \left(C_{1313} - \frac{C_{1331} C_{3113}}{C_{3131}}\right) \left(x - \frac{1}{2}\right) \left(\frac{C_{3311}}{C_{3333}} \left(\frac{\xi^2}{2} - \frac{1}{24}\right) + \frac{A_{4212}}{A_{3232}} \left(\frac{\xi^2}{2} + \frac{\xi}{2} - \frac{1}{24}\right)\right) \end{aligned} \quad (4)$$

Компонента  $\sigma_{31}$  совпадает с результатами для классической теории, а формула  $\sigma_{13}$  имеет различия вследствие несимметричности тензора модулей упругости  $C_{ijkl}$  по перестановке индексов в парах в моментной теории. При переходе к классической теории эти формулы совпадают друг с другом.

Таким образом, рассмотренный метод позволяет найти требуемые неизвестные величины в задачах упругости микрополярной теории до требуемой точности.

#### Список литературы

1. Димитриенко Ю.И., Губарева Е.А., Яковлев Д.О. Расчет многослойных пластин на основе асимптотической теории осреднения: методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Методы решения задач МДТТ». М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. 24 с.
2. Новацкий В. Теория упругости. / пер. с польск. Б.Е. Победри. М.: Мир, 1975. 872 с.

#### УДК 519.6

### ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕЛЕТА НА ОРБИТУ ВЕНЕРЫ МАЛОРАЗМЕРНОГО КА НА ИОННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ С УЧЕТОМ ПРИТЯЖЕНИЯ ЗЕМЛИ

Закуражная А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

azakurazhnaya@mail.ru

Научный руководитель: Мозжорина Т.Ю., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

mozhorina@mail.ru

В данном исследовании рассматривается оптимизация перелета малоразмерного космического аппарата на орбиту Венеры при использовании ионных двигателей, учитывая притяжения Земли. При решении задачи были приняты допущения: орбиты являются круговыми и лежат в одной плоскости, подробно анализируется влияние Земного притяжения и не рассматривается участок выхода на орбиту Венеры с учетом

притяжения от планеты. Движение космического аппарата задается с помощью системы дифференциальных уравнений [1]. Оптимизация управления проводилась с использованием принципа максимума Понтрягина [2], в качестве управления был выбран угол между касательной скоростью и направлением тяги. Полученная краевая задача решалась численно – методом пристрелки. Однако опыт предыдущих расчетов оптимизации перелета показал, что метод пристрелки теряет свою сходимость при решении задачи с учетом притяжения Земли в один этап, поэтому алгоритм задачи был разбит на три этапа.

Первый этап заключается в следующем: космический аппарат находится на геостационарной орбите и вращается вокруг нее, требуется совершить разгон до скорости убегания с помощью кратковременной работы традиционного реактивного двигателя. На данном этапе не используется ионный двигатель, так как исследования в работе Сеницына [3] показывают, что он не является оптимальным из-за существенных времен затрат, связанных с большим количеством витков вокруг планеты. Таким образом, начальные данные для первого этапа:

$$u = 0 \text{ м/с}, v = 3100 \text{ м/с}, R_{\text{орб}} = 42164000 \text{ м},$$

где  $u$  – радиальная скорость,  $v$  – касательная скорость,  $R_{\text{орб}}$  – радиус геостационарной орбиты.

Разгон до скорости 5300 м/с за счет реактивного двигателя с импульсом 4000 м/с составил 56 секунд, тяга двигателя направлена вдоль скорости движения.

Исходные данные для второго этапа являются конечные значения, полученные в ходе решения первого этапа:

$$u = 6 \text{ м/с}, v = 5300 \text{ м/с}, R_{\text{орб}} = 42371104 \text{ м}$$

Целью данного этапа является оптимизация управления тягой ионного двигателя по критерию наискорейшего выхода из сферы влияния Земли. Оптимизация на втором, а также на третьем этапе проводится при использовании принципа максимума Понтрягина и решения краевой задачи методом пристрелки. Решение задачи рассматривается в геоцентрической системе координат, центром которой является Земля. Требуется достичь расстояния, при котором влиянием Земли можно пренебречь, чтобы продолжить решение задачи в гелиоцентрической системе координат. Вводится параметр варьирования угла  $\varphi_{0z}$  – угол между продолжением радиуса от Солнца до Земли и радиусом от Земли до ракеты в момент начала второго этапа. Для получения оптимального значения  $\varphi_{0z}$  была проведена серия расчетов, в результате которых было выбрано значение угла по критерию минимума суммарного времени, затраченного на второй и третий этапы. Таким образом, было получено значение  $\varphi_{0z} = 90^\circ$ . На расстоянии  $R = 950000000$  м влияние Земли на порядок меньше влияния Солнца, поэтому при расчете межорбитального перелета притяжением Земли можно пренебречь. Время полета космического аппарата на втором этапе составило около 3 суток.

На последнем этапе проводится оптимизация управлением тягой ионного двигателя по критерию минимального времени перелета на орбиту Венеры. Аналогичным образом, начальные условия третьего этапа – конечные значения условия из предыдущего этапа. Решение третьего этапа проводится в гелиоцентрической системе координат, поэтому сначала требуется перевести полученные значения из геоцентрической системы координат в гелиоцентрическую. Время полета на третьем этапе заняло 105 суток, поэтому суммарное время перелета космического аппарата с орбиты Земли на орбиту Венеры с помощью ионных двигателей составляет 108 суток.

Таким образом, в ходе данной работы были получены следующие выводы:

- 1) Оптимизацию вывода космического аппарата из сферы влияния Земли целесообразно проводить в геоцентрической системе координат;
- 2) Результаты расчета третьего этапа зависят от выбора угла  $\varphi_{0z}$ .

#### Список литературы

1. Лейтман Дж. Методы оптимизации с приложениями к механике космического полета. Москва: Наука, 1965. 538 с.
2. Ванько В.И., Ермошина О.В., Кувыркин Г.Н. Вариационное исчисление и оптимальное управление: учеб. для вузов. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006, 488 с.
3. Синицын А.А. Расчет траектории межпланетного перелета Земля-Марс с малой тягой без использования метода грависфер // Труды МАИ. 2017. № 94. С. 21-24.

#### УДК 517

### МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ИЗ СЛОИСТО-ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИТОВ

Калистратов А.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

kalistratoff.arthur@gmail.com

Научный руководитель: Димитриенко Ю.И., д.ф.-м.н., зав.кафедрой

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В течении последних десятилетий произошло стремительное развитие ЭВМ, что дало возможность использовать численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений. В настоящее время решение многих инженерных задач специалисты проводят с помощью одного из таких методов – *метода конечных элементов*.

К его преимуществам относятся возможности гибкой настройки аппроксимации и принятия допущений, формулируя задачу в одномерной или двумерной постановке или же применяя конкретные расчётные схемы, например балочную теорию Тимошенко, теорию оболочек Кирхгофа-Лява и так далее. Иногда это необходимо, ведь даже для мощных персональных ЭВМ, решение задачи в общей, трёхмерной постановке приводит к большим погрешностям: уменьшение размера конечного элемента должно приводить к большей точности решения, однако естественная ошибка вычисления, связанная с представлением числа в компьютерной системе при большом количестве операций становится существенной. Тем не менее грамотное использование метода конечных элементов даёт хорошие результаты даже для таких сложных задач.

До распространения мощных ЭВМ единственно возможным способом решения инженерных задач было построение *расчётной схемы*, то есть модели с дополнительными допущениями. Например, баллон давления, в таком случае, рассматривается как тонкая цилиндрическая оболочка, в которой возникают только кольцевые и осевые напряжения, или же крыло самолёта заменится консолью, в которой действуют осевое и касательное напряжение [1]. В приведённых примерах расчётные схемы дают хорошие, близкие к реальным значениям, результаты, однако для решения многих других задач применяются сильные, несправедливые, допущения. В таких случаях рассчитанные напряжения являются оценкой сверху и не дают возможности оптимизировать конструкцию или использовать новые конструктивные решения.

Появление и развитие *композиционных материалов* дало возможность существенно повысить прочность конструкции и использовать новые конструктивные решения. Аналитические методы решения в этом случае дают ещё менее точные результаты, так как требуется учитывать распределение напряжений из-за неоднородности материала и анизотропии упругих свойств. В связи с этим актуальность метода конечных элементов увеличивается.

Одной из таких задач является оценка прочности отсека корпуса, представляющего собой оболочку, подпёртую шпангоутом. Осевые нагрузки, на которые обычно рассчитывают такие конструкции, воспринимаются шпангоутом. В аналитической модели рассматривается только шпангоут, а действие оболочки заменяется распределённой силой, которая обеспечивает механическое равновесие [2]. Несмотря на поправочные коэффициенты, которые вводятся инженерами для корректировки решения, напряжения получаются гораздо выше, чем полученные методом конечных элементов. Однако в инженерном деле до сих пор проводят оценку прочности по аналитическому решению, как более испытанному, привычному и удобному методу. Это, однако, вынуждает дополнительно усиливать конструкцию, увеличивая её массу и стоимость.

Применение численных методов, в частности метода конечных элементов, позволяет пересмотреть общепринятые расчётные схемы и открывает возможности по оптимизации конструкций, путём более грамотного использования композиционных материалов и применения новых конструктивных решений.

#### Список литературы

1. Феодосьев В.И. Соппротивление материалов. М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. 543 с.
2. Биргер И.А. Устойчивость, колебания: Справочник в трех томах. Том 1. М: Изд-во Машиностроение, 1968. 831 с.

#### УДК 517

### **ПРИМЕНЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА**

Каменских Г.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

kamenskihgeorgij@gmail.com

Научный руководитель: Пархоменко В.П., к.ф.-м.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В последние десятилетия происходит стремительное развитие энергобалансовых моделей климата, которые относятся к классу климатических моделей промежуточной сложности - МПС. Такой подход эффективен для систематического исследования влияния параметров модели [1]. Также существует множество подобных подходов, которые включают дополнительные компоненты климатической системы типа растительного покрова или цикла углерода в океане. В совокупности данные модели формируют иерархию моделей климата. Количественное исследование гипотез относительно эволюции климатической системы в прошлом требует использования полной иерархии моделей [2]. Те же самые модели также используются, чтобы оценить, как климат изменится в будущем.

Анализ влияния физических механизмов в земной климатической системе на ее изменения осуществляется путем введения в модель обратных связей, например,

альбедно-температурной. При снижении температуры на поверхности Земли увеличивается доля площади, покрытой снегом и льдом, увеличивается альbedo системы и температура понижается еще сильнее. Таким образом, альбедно-температурная обратная связь является положительной, она усиливает воздействие первоначальной причины. В энергобалансовых моделях климата часто учитываются лишь некоторые обратные связи, а остальные физические закономерности параметризуются [3].

В работе рассматривается энергобалансовая климатическая модель с зональным осреднением по широте. На построенной модели проводятся численные эксперименты по расчету распределения температуры вдоль меридиана и выявлению обратной альбеднотемпературной связи в системе. Затем проводятся эксперименты по исследованию влияния параметров модели на поведение данной связи и распределение температуры. По результатам проведенного эксперимента делается вывод о возможных изменениях климата в зависимости от параметров.

#### Список литературы

1. Монин А.С. Введение в теорию климата. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 296 с.
2. Хмелевцов С.С. Изучение климата при использовании энергобалансовых моделей. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 152 с.
3. Пархоменко В.П. Организация совместных расчетов по модели общей циркуляции атмосферы и модели океана. // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 4. С. 41-57.

#### УДК 519.6

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТНОЙ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ НЕСТАНЦИОНАРНОЙ ДВУМЕРНОЙ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ВЕРОЯТНОСТНОЙ МОДЕЛЬЮ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ НОРМАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

Хэ С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ  
hxccc@yandex.ru

Научные руководители: Гумиргалиев Т.Р., ст.преподаватель  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»  
Димитриенко Ю.И., д.ф.-м.н. профессор, зав.кафедрой  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Рассмотрено моделирование двумерного нестационарного уравнения теплопроводности для тонких пластин с дефектных из композита с заданными условиями с использованием разностной схемы и неявного метода. На языке программирования C++ используется для реализации алгоритма метода исключения Гаусса для решения двумерную нестационарную задачу теплопроводности при различных значениях коэффициента теплопроводности при нормальном распределении. Затем собираем статистику распределения температуры в выбранной точке и производим анализ получившейся случайной величины [1].

Композитные материалы со слоистой структурой широко используются в аэрокосмической, автомобильной и других областях. Первый и третий слои – карбид кремния, второй и четвертый слои – стекловолокно. Берем область композитного

материала и рассчитываем математическое ожидание на программном комплексе Манипула.

Моделируем двумерную нестационарную задачу теплопроводности [2]:

$$\left(\frac{\partial U}{\partial \tau}\right) = \alpha \Delta U + f(x, y, t) \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{q_v}{c_p \rho} \quad (2)$$

Где  $q_v$  – теплопроводность;

$c_p$  – удельная теплоемкость;

$\rho$  – плотность;

$\alpha$  – коэффициент температуропроводности;

Пусть  $\alpha$  распределен по нормальному закону  $N(M_\alpha, D_\alpha)$ .

Где  $M_\alpha$  получено путем путём моделирования характеристик теплопроводности на ячейке периодичности слоистого композите в программном комплексе Манипула.

Дискретизация объекта в сетку конечных элементов по направлениям осей  $x$ ,  $y$  и  $t$  в соответствии с неявным методом[3]:

$$x_i = x_0 + i\Delta x, y_j = y_0 + j\Delta y, t_k = t_0 + k\Delta t \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} u^k(x_i, y_j) = \frac{u_{i+1j}^k + u_{i-1j}^k - 2u_{ij}^k}{2h_x}$$

$$\frac{\partial^2}{\partial y^2} u^k(x_i, y_j) = \frac{u_{ij-1}^k + u_{ij+1}^k - 2u_{ij}^k}{2h_y} \quad (4)$$

Влияние случайной природы коэффициента температуропроводности на получившиеся поля распределения температур оценивалось авторских кодах на языке C++.

#### Список литературы

1. Баскаков А.П., Бэр Б.В., Витт О.К. и др. Теплотехника. М: Энерго- атомиздат, 1991. 224 с.
2. Болгарский А.В., Мухачев Г.А., Щукин В.К. Термодинамика и теплопередача. М: Высшая школа, 1975. 495 с.
3. Исаев С.И. и др. Теория теплообмена: учебник для ВУЗов / под ред. А.И. Леонтьева. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. 684 с.

УДК 004.85; 551.50

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ УГРОЗ, СВЯЗАННЫХ С ОПАСНЫМИ ЯВЛЕНИЯМИ**

Шершакова А.О., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

anna.shershakova@gmail.com

Научный руководитель: Пархоменко В.П., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Работа посвящена исследованию методов интеллектуального анализа данных с последующей разработкой эффективных алгоритмов их применения для реализации схем наукастинга, то есть детализированного прогноза погоды на ближайшие часы [1]. Наукастинг обычно применяют для прогнозирования погодных явлений, отличительной чертой которых является быстрое развитие, локализованность и непродолжительный жизненный цикл. Такие явления почти невозможно с большой точностью предсказать заранее, поэтому важно использовать гибкие и адаптивные методы. Актуальность настоящей работы заключается в использовании современной методологии машинного обучения для разработки адаптивных алгоритмов распознавания угроз, связанных с опасными явлениями. Применение методов интеллектуального анализа данных может способствовать выявлению скрытых особенностей и закономерностей протекания атмосферного процесса, учет которых позволит повысить качество прогностических моделей.

Рассматривается задача классификации облачных ячеек, по степени опасности формирования из них водяных смерчей. В качестве исходных данных для построения моделей машинного обучения и анализа этого опасного явления берется информация о пространственных и временных характеристиках облачных ячеек в пределах Черноморского региона за несколько лет, а также перечень ячеек, из которых возникали смерчи. Характеристики ячеек получены по результатам обработки спутниковых данных [2]. Спутник сканирует поверхность Земли каждые 15 минут, тем самым устанавливается связь между ячейками на различных циклах сканирования.

По результатам проведенного обзора мировых схем использования технологий искусственного интеллекта для наукастинга опасных явления был выбран алгоритм комплексного использования имеющихся методик для разработки адаптивных алгоритмов распознавания угроз, связанных с опасными явлениями. В основу подготовки данных легла французская система Meteo-France, особенностью которой является анализ динамики характеристик ячеек. Для облачных ячеек были построены истории (различной глубины) – наборы всех измерений характеристик. Путем функционального преобразования историй были получены динамические предикторы (максимумы, скорости изменения, максимальные отношения характеристик), которые легли в основу обучающей выборки. При этом работа с данными (начальными характеристиками и новыми предикторами) проводилась в соответствии с основными этапами Data Science [3].

На базе подготовленных данных были построены модели классификации, в основе которых лежали классические и ансамблевые методы машинного обучения: линейная классификация, логистическая регрессия, метод решающих деревьев, метод ближайших соседей, случайных лес, XGB.

Подготовка и моделирование производились в цикле до достижения метрики качества «полнота», так как в случае прогнозирования опасного явления нас чрезвычайно интересовала минимизация ложноотрицательных прогнозов, выдаваемых моделями.



Цикличность поиска оптимальной модели позволила учитывать все влияющие факторы. Работа в цикле содержала следующие этапы: отбор случайных безопасных ячеек с наличием необходимой глубины истории, подготовка данных, построение историй, формирование предикторов с последующим получением полной обучающей выборки, обработка пропущенных значений предикторов с поиском медиан по обучающей выборке для замены, масштабирование и построение выбранной модели машинного обучения. Все значимые элементы модели сохранялись в базу данных для дальнейшего использования и анализа.

Оценка качества моделирования (каждой модели) проводилась на независимой выборке. В ходе тестирования модели показали достаточно хорошие результаты отнесения ячейки к верному классу (до 92%). Лучшие результаты классификации показала модель логистической регрессии.

Полученные модели позволяют осуществлять анализ динамики характеристик ячеек, производить прогнозирование свойств конвективной области. В дальнейшем за счет накопления новых данных о смерчах предполагается совершенствовать уже имеющиеся модели для повышения качества наукастинга опасного явления.

#### Список литературы

1. Киктев Д.Б., Муравьев А.В., Смирнов А.В. Наукастинг метеорологических параметров и опасных явлений: опыт реализации и перспективы развития // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2019. № 4 (374). С. 92-111
2. Шершакова А.О., Пархоменко В. П. Методы интеллектуального анализа данных в модели наукастинга опасных явлений // Математическое моделирование и численные методы. 2021. № 3, С. 88-104.
3. Силен Д., Мейсман А., Али М. Основы Data Science и Big Data. // Python и наука о данных. СПб.: Питер, 2017. 336 с.

## СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

УДК 51-77

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДЕМОГРАФИИ И ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОЗА ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

Ванькина И.Н., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

irina.vankina21@gmail.com

Научный руководитель: Фетисов Д.А., д.ф.-м.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В настоящее время математическое моделирование находит применение практически во всех сферах деятельности человека. Используемые методы моделирования являются важным инструментом для изучения и анализа различных явлений, процессов и систем в науке, технике, экономике и других областях.

Математическое моделирование является важным инструментом для изучения демографических процессов и прогнозирования их развития в будущем. Демография изучает вопросы изменения численности населения, его возрастную структуру, рождаемость, смертность, миграции и другие факторы, влияющие на динамику населения. Математические модели позволяют описывать эти процессы, а также проводить эксперименты с различными сценариями изменения параметров, чтобы оценить их возможное влияние на демографическую ситуацию. В данной области математическое моделирование находит широкое применение при разработке государственных программ и стратегий, направленных на управление демографическими процессами. Детальный анализ демографических процессов служит основой при принятии решений в вопросах, затрагивающих актуальные проблемы развития общества [1].

В данной работе была рассмотрена возможность прогнозирования динамики численности народонаселения с использованием регрессионных моделей. Процесс построения прогноза численности представлен на примере Центрального федерального округа (ЦФО).

Согласно данным Федеральной службы государственной статистики в период 2012-2022 гг. численность населения ЦФО (на 1 января каждого года) была следующей: 38,4457 млн.чел. в 2012 г., 38,6789 млн.чел. – в 2013 г., 38,8199 млн.чел. – в 2014 г., 38,9515 млн.чел. – в 2015 г., 39,1043 млн.чел. – в 2016 г., 39,2096 млн.чел. – в 2017 г., 39,311413 млн.чел. – в 2018 г., 39,378059 млн.чел. – в 2019 г., 39,433556 млн.чел. – в 2020 г., 39,25096 млн.чел. – в 2021 г., 39,1044 млн.чел. – в 2022 г. В работе [2] отмечается, что одной из наиболее популярных моделей прогнозирования численности является экспоненциальная функция. В таком случае рассчитать население ЦФО можно, используя следующее выражение:

$$Y_x = e^{\alpha + \beta x}, \quad (1)$$

где  $Y_x$  – прогнозируемое значение численности по прошествии  $x$  лет,  $\alpha$  и  $\beta$  – регрессионные коэффициенты. При этом расчет коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$  производится следующим образом:

$$\beta = \frac{n \sum x_i \ln y_i - \sum x_i \sum \ln y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}, \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{1}{n} \sum \ln y_i - \frac{\beta}{n} \sum x_i, \quad (3)$$

для которых  $n$  – количество рассматриваемых лет,  $y_i$  – численность населения на момент  $i$ -го года.

С использованием выражений (2)-(3) были получены следующие регрессионные коэффициенты:

$$\alpha = 3,653257, \beta = 0,00198.$$

Таким образом, демографический прогноз представляется выражением

$$Y_x = e^{3,653257 + 0,00198x}.$$

Прогнозы имеют приближенный характер, поэтому с целью анализа точности используют абсолютные и относительные показатели. Средняя абсолютная процентная ошибка *MAPE* для полученного выражения

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|y_i - y_t|}{y_i} \cdot 100\% \approx 0,36\%,$$

говорит о том, что полученная модель может считаться приемлемой и использоваться для прогнозирования.

Таким образом, полученная на основе имеющихся данных экспоненциальная математическая модель может быть использована для описания изменения численности населения ЦФО. Вычисленное значение ошибки модели говорит о хорошем качестве построенного прогноза.

#### Список литературы

1. Манаков А.Г., Суворков П.Э. Прогноз динамики численности населения и демографической нагрузки в странах Западной Европы до 2095 года // Псковский регионологический журнал. 2016. № 4. С. 29-45.
2. Кочегарова О.С. Построение статистической модели общей численности населения Российской Федерации на основе ретроспективного прогноза // Современные исследования социальных проблем. 2017. № 6. С. 56-66.

#### УДК 531.36

#### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КАЧЕНИЯ ДЕФОРМИРУЕМОГО КОЛЕСА

Васенин С.А., студент,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»,  
stepan\_vasenin@mail.ru

Научный руководитель: Голубев А.Е., к.ф.-м.н., доцент,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Рассматривается математическая модель деформируемого колеса, представляющая собой систему двух дисков, соединенных между собой невесомыми упругими элементами. Колесный диск моделируется твердым диском  $a$  радиуса  $r_a$ . Шина моделируется твердым цилиндром  $b$  с радиусом внутренней полости  $r_b$  и внешним радиусом  $R \geq r_b$ . Углы поворотов дисков обозначены через  $\alpha$  и  $\beta$ . Оси вращения параллельны, причем горизонтальное смещение центра цилиндра  $b$  относительно зафиксированного горизонтального положения центра диска  $a$  характеризуется относительной координатой  $x$ , а вертикальное смещение центра диска  $a$  относительно зафиксированного

вертикального положения центра цилиндра  $b$  характеризуется относительной координатой  $y$ . Предполагается, что колебания малые и потенциальная энергия  $\Pi$  взаимодействия имеет вид [1-3]:

$$\Pi = \frac{1}{2} \left[ k_r^0 (x^2 + y^2) + k_\varphi^0 (\alpha - \beta)^2 \right] + \frac{1}{4} \left[ k_r^r (x^2 + y^2)^2 + 2k_r^\varphi (x^2 + y^2)(\alpha - \beta)^2 + k_\varphi^\varphi (\alpha - \beta)^4 \right], \quad (1)$$

где  $k_r^0, k_\varphi^0, k_r^r, k_r^\varphi, k_\varphi^\varphi$  – заданные постоянные коэффициенты. Укажем оставшиеся параметры механической системы: массы дисков  $m_a$  и  $m_b$ , моменты инерции дисков  $I_a$  и  $I_b$ , коэффициент статического трения  $f$  и коэффициент трения скольжения  $f_1$  в законе Амонтона-Кулона, где  $f_1 < f$ , для описания контакта колеса с основанием.

В начальный момент времени  $t=0$  диск и шина неподвижны и находятся в равновесии:

$$\dot{\alpha}(0) = \dot{\beta}(0) = \dot{x}(0) = \dot{y}(0) = 0, \quad \alpha(0) = \beta(0) = x(0) = 0, \quad y(0) = \frac{m_a g}{k_r^0 + k_r^r y(0)^2}, \quad (2)$$

Введём обозначения радиальной и крутильной жесткости соответствующей потенциальной энергии  $\Pi$ :

$$k_r = k_r^0 + k_r^r (x^2 + y^2) + k_r^\varphi (\alpha - \beta)^2, \quad k_\varphi = k_\varphi^0 + k_r^\varphi (x^2 + y^2) + k_\varphi^\varphi (\alpha - \beta)^2. \quad (3)$$

Уравнения Лагранжа второго рода имеют вид:

$$I_a \ddot{\alpha} = M - k_\varphi \varphi, \quad I_b \ddot{\beta} = k_\varphi \varphi - R F_{mp}, \quad m_b \ddot{x} = -k_r x + F_{mp}, \quad m_a \ddot{y} = m_a g - k_r y. \quad (4)$$

Сила нормальной реакции имеет следующий вид:  $F_N = m_b g + k_r y$ , где  $y > 0$ .

Выведем выражение для силы трения в случае движения без проскальзывания, при котором выполнено следующее соотношение:  $\dot{x} = \dot{\beta} R$ . С помощью уравнений Лагранжа для  $\beta$  и  $x$  и предыдущего условия получим:

$$\begin{aligned} I_b \ddot{\beta} = k_\varphi \varphi - R F_{mp}, & \Rightarrow I_b \frac{\ddot{x}}{R} = k_\varphi \varphi - R F_{mp}, & \Rightarrow \ddot{x} = \frac{R k_\varphi \varphi}{I_b} - \frac{R^2 F_{mp}}{I_b}, \\ m_b \ddot{x} = -k_r x + F_{mp}, & \Rightarrow m_b \left( \frac{R k_\varphi \varphi}{I_b} - \frac{R^2 F_{mp}}{I_b} \right) = -k_r x + F_{mp}, & \Rightarrow F_{mp} = \frac{m_b R k_\varphi \varphi + I_b k_r x}{I_b + R^2 m_b}. \end{aligned} \quad (5)$$

Получается, что уравнения движения деформируемого колеса являются системой с переменной структурой.

В случае движения без проскальзывания, при котором выполнены следующие соотношения, полученные из условия  $|F_{mp}| \leq f(m_b g + k_r y)$  закона Амонтона-Кулона:

$$\left\{ \begin{array}{l} m_b R k_\varphi \varphi + I_b k_r x \geq 0, \\ \frac{m_b R k_\varphi \varphi + I_b k_r x}{I_b + R^2 m_b} - f(m_b g + k_r y) \leq 0, \\ m_b R k_\varphi \varphi + I_b k_r x < 0, \\ \frac{m_b R k_\varphi \varphi + I_b k_r x}{I_b + R^2 m_b} + f(m_b g + k_r y) \geq 0, \end{array} \right. \quad (6)$$

уравнения движения имеют следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} I_a \ddot{\alpha} = M - k_\varphi \varphi, \\ \dot{\beta} = \frac{\dot{x}}{R}, \\ m_b \ddot{x} = -k_r x + F_{mp}, \\ m_a \ddot{y} = m_a g - k_r y, \end{array} \right. \quad \text{где } F_{mp} = \frac{m_b R k_\varphi \varphi + I_b k_r x}{I_b + R^2 m_b}. \quad (7)$$

В ином случае колесо движется с проскальзыванием. В таком случае уравнения движения примут следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} I_a \ddot{\alpha} = M - k_\varphi \varphi, \\ I_b \ddot{\beta} = k_\varphi \varphi - R F_{mp}, \\ m_b \ddot{x} = -k_r x + F_{mp}, \\ m_a \ddot{y} = m_a g - k_r y, \end{array} \right. \quad \text{где } F_{mp} = f_1(m_b g + k_r y) \operatorname{sign}(\dot{\beta} R - \dot{x}). \quad (8)$$

#### Список литературы

1. Решмин С.А. Качественный анализ силы тяги при вращении ведущего колеса с невесомой шиной // Труды МИАН. 2021, Т. 315, С. 211–221.
2. Решмин С.А. Качественный анализ силы тяги транспортного средства при несимметричных колебаниях ведущих колес // Труды института математики и механики УрО РАН. 2021. Т. 27. № 3. С. 172–179.
3. Решмин С.А., Васенин С.А. Применение метода последовательных приближений при решении краевых задач принципа максимума на примере задачи управления раскручиванием двухмассовой системы // Modern European Researches. 2022. Т. 1. № 3. С. 186–196.

УДК 004.852

#### КЛАССИФИКАЦИЯ ГОЛОСОВЫХ КОМАНД С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

Девяткин Д.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

devyatkin.for.other@bk.ru

Научный руководитель: Юрченков А.В., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Методы глубокого обучение или же нейронные сети – мощный подход к моделированию, позволяющий имитировать сложные и нетривиальные зависимости

---

Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвященная 170-летию В.Г. Шухова

между данными. Их используют во многих областях, в данной работе с помощью будет решаться задача автоматического распознавания речи (APP), которая была сведена к задаче классификации.

Задача APP будет рассматриваться в контексте управления квадрокоптером. Для этого необходимо использовать некоторые команды, которые будет понимать квадрокоптер, после их анализа нейронной сетью [1]. Такими командами будут: «вверх», «вперед», «налево», «направо» и «вниз». Эти команды являются классами, к которым необходимо соотнести аудиозапись. Датасет является сбалансированным, в каждом классе имеется по 40 аудио с необходимыми командами.

В общем случае длительность аудиозаписей разная, это осложняет решение, т. к. вход в нейронную сеть должен быть фиксированным. Для выравнивания длительности будет использоваться паддинг. Выравнивание аудио производилось по максимально длительности, которая присутствует в наборе данных. Так же для каждой аудиозаписи необходимо выделить информативные признаки. Такими признаками является спектрограмма [2]. Спектрограмма получается следующим образом: необходимо применить дискретное преобразование Фурье к окнам сигнала, на которые были разделены аудиозаписи, после этого вычисляется модуль оконного преобразования Фурье сигнала – получается амплитуда в частотной области.

Для тренировки нейронной сети использовалась обучающая выборка размером 200 аудио. Эта набор данных разделен в пропорции 1:4, где 20% – тестовое множество, 80% – обучающее.

Архитектура нейронной сети выглядит следующим образом: спектрограмма проходит через 2 слоя сверточных блоков для выделения более высокоуровневых признаков сигнала. Далее происходит вытягивание получившегося тензора в один вектор, которые подается на выход полносвязной нейронной сети с 2-мя слоями. На выходе получается вектор вероятности длины 5, где каждый элемент интерпретируется как вероятность принадлежности классу команды.

Для моделирования использовался язык программирования Python и следующие библиотеки: `pytorch`, `torchaudio`, `librosa`, `numpy`, `pandas` и `matplotlib`. Обучение производилось с помощью Google Colab. Гиперпараметры модели следующие: оптимизатор – Adam с шагом обучения  $1e-3$ ; размер мини-пакета для оптимизатора – 1; нелинейная активация – `tanh`; функция потерь – перекрестная кросс-энтропия; размер нейронной сети – 63.591.

Обучение проводилось с помощью графического ускорителя и составляло 10 секунд на каждую эпоху. Общее количество эпох равняется 450. В результате обучения удалось добиться качества по F1 мере равной 0.98 на тренировочной выборке и 0.91 на тестовой. Значения функции потерь равнялись 0.86 на тренировочной и 1.12 на тестовой, что свидетельствует о небольшом переобучении.

В результате удалось построить нейронную сеть, которая может преобразовывать голосовой сигнал в числовые команды, понятные ЭВМ, которые может содержать сигнал с некоторой вероятностью. Для дальнейшей работы и проверки качества алгоритма на квадрокоптере необходимо переписать его на более низкоуровневом языке программирования, например, C или C++.

#### Список литературы

1. Malik H., Darma S., Soekirno S.. Quadcopter Control Using Speech Recognition // Journal of Physics Conference Series. 2018. V. 1011. DOI: 10.1088/1742-6596/1011/1/012049.

2. Gouda S.K., Kanetkar S., Harrison V., Warmuth M.K.. Speech Recognition: Key Word Spotting through Image Recognition. 2020. URL: <https://arxiv.org/pdf/1803.03759.pdf>  
(Дата обращения 11.04.2023)

### УДК 519.71

## РЕГУЛИРОВАНИЕ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ НАБЛЮДАТЕЛЕМ

Хорошева А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

ershova\_sg@mail.ru

Научный руководитель: Голубев А.Е., к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Рассмотрена математическая модель процесса авторегулирования мозгового кровообращения, имеющая следующий вид [1,2]:

$$\begin{cases} \dot{V}_a = \frac{1}{1+k_E P_{ic} C_a} \left( -k_E P_{ic} C_a \left( \frac{P_c - P_{ic}}{R_f} - \frac{P_{ic} - P_{vs}}{R_o} \right) + (P_a - P_{ic})u \right), \\ \dot{P}_{ic} = \frac{k_E P_{ic}}{1+k_E P_{ic} C_a} \left( \frac{P_c - P_{ic}}{R_f} - \frac{P_{ic} - P_{vs}}{R_o} + (P_a - P_{ic})u \right), \end{cases} \quad (1)$$

где  $V_a$  – объем крови в артериолах,  $P_{ic}$  – значение внутричерепного давления,  $P_c = P_c(V_a, P_{ic})$  – капиллярное давление,  $C_a = C_a(V_a, P_{ic})$  – податливость стенок артериол,  $P_a$  – артериальное давление,  $R_f$  – гидравлическое сопротивление при выработке спинномозговой жидкости,  $R_o$  – гидравлическое сопротивление при всасывании спинномозговой жидкости,  $P_{vs}$  – давление в венозном синусе,  $k_E$  – коэффициент внутричерепной эластичности,  $u = \dot{C}_a$  – скорость изменения податливости стенок артериол, рассматриваемая в качестве управляющего воздействия.

Измеряемым выходом системы является скорость кровотока в артериолах, вычисляемая по формуле  $q = \frac{P_a - P_c}{R_a}$ , где  $R_a = \frac{k'_R}{V_a^2}$  – сопротивление кровотоку в артериолах,  $k'_R$  – коэффициент пропорциональности.

В работе решается задача отслеживания выходного сигнала - нахождение  $u = u(t)$ , гарантирующего выполнение условия  $|q(V_a(t), P_{ic}(t)) - q_n| \rightarrow 0$  при  $t \rightarrow +\infty$ . Здесь  $q_n$  значение скорости кровотока, необходимое для метаболизма тканей.

Уравнения динамики отслеживаемого выхода могут быть представлены в следующем виде:

$$\begin{cases} \dot{q} = f_1(q, P_{ic}) + g_1(q, P_{ic})u = F_1(q, P_{ic}), \\ \dot{P}_{ic} = f_2(q, P_{ic}) + g_2(q, P_{ic})u = F_2(q, P_{ic}). \end{cases} \quad (2)$$

где  $f_i(\cdot, \cdot)$ ,  $g_i(\cdot, \cdot)$  – соответствующие гладкие функции своих аргументов. Тогда система первого приближения имеет вид

$$\dot{x} = Ax + Bu, \quad A = \begin{pmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial q} & \frac{\partial F_1}{\partial P_{ic}} \\ \frac{\partial F_2}{\partial q} & \frac{\partial F_2}{\partial P_{ic}} \end{pmatrix} \Big|_{\substack{q=q_n \\ P_{ic}=P_{icr} \\ u=0}}, \quad B = \begin{pmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial u} \\ \frac{\partial F_2}{\partial u} \end{pmatrix} \Big|_{\substack{q=q_n \\ P_{ic}=P_{icr} \\ u=0}}, \quad x = \begin{pmatrix} q - q_n \\ P_{ic} - P_{icr} \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Здесь  $P_{icr}$  – номинальное значение внутричерепного давления, соответствующее здоровому человеку. В допустимых диапазонах изменения величин  $9 \leq V_a \leq 20$ ,  $5 \leq P_{ic} \leq 15$ ,  $60 \leq P_a \leq 160$  [2] ранг матрицы управляемости  $U = (B, AB)$  равен 2. Следовательно, система управляема. Синтез линейной обратной связи по состоянию осуществлена с использованием формулы Аккермана.

Для оценки значений  $P_{ic}$  на основе измерений  $q$  построим наблюдатель состояния системы (3), имеющий вид  $\dot{\hat{x}} = A\hat{x} + Bu + L(C\hat{x} - Cx)$ ,  $y = Cx$ ,  $C = (1, 0)$ .

Динамика ошибки  $e = \hat{x} - x$  оценки состояния системы (3) запишется как  $\dot{e} = (A + LC)e$ . Система наблюдаема, так как в допустимых диапазонах изменения переменных ранг матрицы наблюдаемости  $W = (C \quad CA)^T$  равен 2.

Таким образом, получена следующая математическая модель механизма процесса авторегулирования мозгового кровотока  $\dot{C}_a = K\hat{x}$ ,  $\dot{\hat{x}} = (A + BK)\hat{x} + LC(\hat{x} - x)$ .

Приведены результаты численного моделирования процесса авторегулирования мозгового кровообращения, для следующих начальных значений и параметров системы:  $P_{ic}(0) = 9.6$  мм рт. ст.,  $q(0) = 12.4$  мл  $\cdot$  с $^{-1}$ ,  $\hat{P}_{ic}(0) = 9.8$  мм рт. ст.,  $\hat{q}(0) = 12.4$  мл  $\cdot$  с $^{-1}$ ,  $P_a = 120$  мм рт. ст.,  $q_n = 12.5$  мл  $\cdot$  с $^{-1}$ ,  $P_{icr} = 9.5$  мм рт. ст.

#### Список литературы

1. Ursino M., Lodi C.A. A simple mathematical model of the interaction between intracranial pressure and cerebral hemodynamics // J. Appl. Physiol. 1997. V. 82. P. 1256- 1269.
2. Golubev A., Kovtanyuk A., Lampe R. Modeling of cerebral blood flow autoregulation using mathematical control theory // Mathematics. 2022. № 10(12). pp. 2060.

#### УДК 004.855.6

#### ОБУЧЕНИЕ СПАЙКОВОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С АКСОНАЛЬНЫМИ ЗАДЕРЖКАМИ РАСПОЗНАВАНИЮ ПРОСТЫХ ОБРАЗОВ

Чаплинская Н.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

nadya1462@gmail.com

Научный руководитель: Базенков Н.И., к.т.н., с.н.с.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН

Рассматривается модель спайковой нейронной сети, обладающая динамическими аксональными задержками спайков. Изменчивость аксональных задержек инспирирована эффектом пластичности миелиновой оболочки (глиальной клетки, намотанной на аксон), формирующем феномены памяти и обучения биологической нейронной сети [1]. Данная работа рассматривает новое правило изменения аксональных задержек спайковой нейронной сети, за счет которого смоделированная сеть учится распознавать образы.



Правило, в соответствии с которым меняются задержки аксонов, основано на механизме синхронизации времен реагирования нейрона на входящие спайки.

Для работы правила необходимо было ввести две характеристики:  $\mu_{ij}(t)$ , формирующую процесс демиелинизации аксональной ветви входного нейрона  $n_i$  до выходного нейрона  $n_j$ , и  $\bar{\mu}_j(t)$ , формирующую процесс миелинизации аксональных ветвей всех входных нейронов, ведущих до выходного нейрона  $n_j$ . Характеристика  $\mu_{ij}(t)$  принимает ненулевое амплитудное значение в момент времени, когда спайк входного нейрона  $n_i$  доходит до выходного нейрона  $n_j$ . Характеристика  $\bar{\mu}_j(t)$  рассчитывается, как среднее значение  $\mu_{ij}(t)$  по всем входным нейронам. В предлагаемом правиле миелинизация и демиелинизация независимы друг от друга: каждый раз, когда в синапс выходного нейрона приходит спайк, начинается процесс демиелинизации аксональной ветви, по которой пришел данный спайк, и процесс миелинизации всех входящих в данный нейрон аксональных ветвей.

Толщина миелиновой оболочки  $m_{ij}(t)$  на аксональной ветви входного нейрона  $n_i$ , ведущей до выходного нейрона  $n_j$ , меняется в соответствии со следующим уравнением:

$$\frac{d}{dt} m_{ij}(t) = k_j |\bar{\mu}_j(t) - \mu_{ij}(t)| \left( H(\bar{\mu}_j(t) - \mu_{ij}(t)) - \frac{m_{ij}(t) - m_{min}}{m_{max} - m_{min}} \right), \quad (1)$$

где  $k_j$  – коэффициент обучения выходного нейрона  $n_j$ ,  $H(\cdot)$  – функция Хэвисайда, а  $m_{min}$  и  $m_{max}$  – минимальная и максимальная возможная толщина миелиновой оболочки аксона (для моделирования сети были выбраны значения 0.3 и 4 микрон, соответствующие нейробиологическим данным источника [2]).

Таким образом, в формуле 1 характеристика  $\mu_{ij}(t)$  определяет скорость уменьшения, а характеристика  $\bar{\mu}_j(t)$  – скорость увеличения толщины миелиновой оболочки на аксональной ветви входного нейрона  $n_i$ , ведущей до выходного нейрона  $n_j$ , до значений  $m_{min}$  и  $m_{max}$  соответственно.

Текущее значение толщины миелиновой оболочки формирует определенную задержку  $\sigma_{ij}(t)$  распространения спайка на аксоне: чем толще миелиновая оболочка, тем быстрее распространяется спайк. Для вычисления аксональной задержки было определено следующее линейное правило с граничными значениями задержки  $\sigma_{min} = 0.5$  мс и  $\sigma_{max} = 8$  мс, соответствующими области LIP-FEF кортико-кортикальной системы обезьяны [3]:

$$\sigma_{ij}(t) = \frac{\sigma_{max} m_{max} + \sigma_{min} m_{min}}{m_{max} - m_{min}} - \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{m_{max} - m_{min}} m_{ij}(t). \quad (2)$$

Таким образом, в соответствии с уравнениями 1 и 2, на всех аксональных ветвях, по которым спайк уже проходил, будет происходить расслаивание миелиновой оболочки и, как следствие, увеличение задержки спайка, а по тем, по которым спайк еще не проходил, – наслаивание миелина и уменьшение задержки. Изменение аксональных задержек таким образом сближает моменты прихода спайков на синапсы каждого выходного нейрона. Для выходных нейронов выбрана модель leaky-integrate-and-fire (LIF), в которой синхронизация времен прихода последовательности спайков на синапсы нейрона приводит к его активации – реакции на паттерн. При этом для создания эффекта конкуренции при решении задачи распознавания образов нескольких классов, в архитектуре сети необходимо было обеспечить наличие подавляющих латеральных связей с тормозящими синапсами у выходных нейронов.

В качестве апробации описанной спайковой нейронной сети с аксональными задержками было рассмотрено решение задачи распознавания двух классов изображений датасета рукописных цифр MNIST: нули и единицы. Кодирование изображений производилось методом времени до первого спайка (TTFS). На обучающей выборке F1-мера показала результат распознавания, равный 0.98, а на тестовой – 0.95, что является демонстрацией корректной работы представленной нейронной сети.

#### Список литературы

1. Fields R.D., Bukalo O. Myelin makes memories. // *Nature neuroscience*. 2020. V. 23. №. 4. pp. 469-470.
2. Fitz Gibbon T., Nestorovski Z. Human intraretinal myelination: Axon diameters and axon/myelin thickness ratios // *Indian journal of ophthalmology*. 2013. V. 61. №. 10. pp. 567.
3. Ferraina S., Paré M., Wurtz R.H. Comparison of cortico-cortical and cortico-collicular signals for the generation of saccadic eye movements // *Journal of neurophysiology*. 2002. V. 87. №. 2. Pp. 845-858.

## РАЗДЕЛ «ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИЕ»

### СЕКЦИЯ «РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

УДК 621.454.3

#### **ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХФАЗНОГО ПОТОКА В КАНАЛЕ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ С НЕСТАЦИОНАРНЫМ ВДУВОМ**

Гоголь Д.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

daniil-gogol@mail.ru

Коптев И.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

kii17ea407@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Федотова К.В., к.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Отработка ракетных двигателей на энергетических конденсированных системах (ЭКС) связана с большими затратами ресурсов на проведение испытаний, после которых, как правило, отсутствует возможность повторного использования материальной части. Минимизация потерь удельного импульса при проектировании проточного тракта ракетного двигателя (РД) на ЭКС является одной из важнейших задач, которую решают предприятия. Известно, что существенный вклад в суммарные потери вносят потери в сопле РД. Одним из способов их уменьшения является оптимизация геометрии сопла за счет анализа газодинамических особенностей потока и энерго-массовых характеристик РД. На данный момент полного и всеобъемлющего решения данной задачи не существует, что объясняется, с одной стороны, большим количеством факторов оптимизации, а с другой - многочисленными габаритными ограничениями на сопловой блок в целом, степень утопленности, размещение опорного шарнира, толщину теплозащитных материалов [1].

Таким образом расчет потерь в трактах двигателя, а также профилирование сверхзвуковой части сопла с учетом траекторий движения частиц конденсированной фазы является перспективной задачей. Например, в [2] рассмотрены проблемы численных расчетов течения двухфазного потока в сопле Лавалья, а также описано разработанное программное обеспечение для моделирования.

Работа посвящена моделированию течения высокотемпературных продуктов сгорания с имитацией ввода частиц конденсированного материала и истечения двухфазного потока из проточного тракта сложной формой, а также влияния дополнительных сил на траекторию частиц конденсированной фазы. В процессе выполнения данной работы проведена серия расчетов, целью которых было получения траекторий движения частиц конденсированной фазы и прогнозирование областей ее осаждения.

В качестве объекта исследования выбран модельный ракетный двигатель, заряд которого имеет цилиндрическую форму с коническим компенсатором, а сопло – утопленное с профилированной сверхзвуковой частью. Данная форма позволяет рассматривать осесимметричную постановку задачи, что значительно упрощает расчетную область.

Для описания турбулентного течения продуктов сгорания модельной ЭКС используется модель  $k-\omega$  SST, представляющая собой комбинацию моделей  $k-\omega$  и  $k-\epsilon$ . Каждая из них применяется в своей области:  $k-\omega$  – в пристеночной области, модель  $k-\epsilon$  – в ядре потока.

В ходе выполнения работы проведена серия расчетов в программном комплексе ANSYS Fluent течения сжимаемого двухфазного газа с переменными теплофизическими свойствами, соответствующими продуктам сгорания модельной ЭКС, в нестационарной постановке. Получены поля различных параметров газовой фазы, а также траектории частиц  $k$ -фазы с учетом различных дополнительных сил. Проведено сравнение траекторий псевдо-горящих и не горящих частиц. Выявлено, что влияние частиц  $k$ -фазы на поток газа при использовании модели не горящих частиц с дополнительными силами не существенно, следовательно, использование данного подхода приводит к существенному расхождению результатов моделирования с реальной картиной течения в тракте РД. Дополнительные силы значительно влияют на поля распределения числа Маха при использовании модели с имитацией горения частиц  $k$ -фазы. Для проведения качественного анализа влияния двухфазности потока на импульс необходимо проводить расчет в трехмерной постановке.

#### Список литературы

1. Кирюшкин А.Е., Миньков Л.Л. Моделирование внутрикамерных процессов в ракетном двигателе на твердом топливе с учетом движения поверхности горения. // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2021. № 71, С. 90-105.
2. Тетерев А.В., Мандрик П.А., Мисюченко Н.И., Рудак Л.В. Влияние конденсированных частиц на течение продуктов сгорания в сопле Лавалья. // Проблемы математической и теоретической физики и математическое моделирование: сборник докладов V Международной конференции. (Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", 2016 г.). С. 103-105.

#### УДК 621.454

### **ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОЙ РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ МАЛОЙ ТЯГИ НА ГАЗООБРАЗНЫХ КОМПОНЕНТАХ ТОПЛИВА КИСЛОРОД+МЕТАН С УЧЁТОМ МАССОГАБАРИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК**

Заватская М.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

zavatskayamm@yandex.ru

Научный руководитель: Ворожеева О.А., к.т.н.,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

При разработке новых двигательных установок (ДУ) на основе ракетных двигателей малой тяги (РДМТ) на экологически чистых компонентах топлива кислород+метан, используемых для управления космическими аппаратами (КА), необходимо проводить широкий спектр расчетов, в том числе и оптимизацию основных параметров с учетом многих факторов. При этом основными принципами являются увеличение удельного импульса РДМТ, снижение массы и габаритов ДУ, а также обеспечение удовлетворительного теплового состояния элементов конструкции РДМТ. Оценка совершенства конструкции ДУ на начальном этапе ее разработки требует решения комплексной задачи, что трудно реализуемо.

Ввиду того, что стоимость выведения КА и ДУ системы его управления в космическое пространство высока, определяющим для данного класса ДУ будут минимальные значения его массы и габаритов. В связи с этим актуальным является оценка массово-габаритных характеристик РДМТ на этапе проектирования с целью выбора оптимального давления в камере сгорания  $p_k$  и соотношения компонентов топлива  $K_m$ . Целью работы является получение многопараметрических зависимостей основных характеристик ДУ с РДМТ тягой 10 Н на экологически чистых компонентах топлива кислород+метан.

В результате термодинамических расчетов в программном комплексе «АСТРА» [1] для топливной пары кислород+метан в предположении замороженного истечения продуктов сгорания (ПС) из сопла получены значения удельного импульса  $I_y$  и температуры ПС в камере сгорания  $T_k$  для значений  $p_k$  от 0,5 МПа до 1,5 МПа и  $K_m$  от 2 до 4. Для рассмотренного диапазона режимных параметров на  $I_y$  и  $T_k$  большее влияния (5% и 25% соответственно) оказывает  $K_m$ , при этом увеличение  $p_k$  от 0,5 МПа до 1,5 МПа приводит к росту  $I_y$  и  $T_k$  на 2% и 5% соответственно.

По полученным значениям  $I_y$  для РДМТ тягой 10 Н определены требуемые расходы компонентов топлива и диаметры критического сечения сопла  $d_{кр}$ . В рассматриваемом диапазоне режимных параметров получено, что требуемые расходы компонентов топлива мало зависят от  $p_k$ , а диаметр критического сечения  $d_{кр}$  практически не зависит от  $K_m$ .

Спроектированы три камеры РДМТ тягой 10 Н для  $p_k$  0,5 МПа, 1,0 МПа и 1,5 МПа [2]. Определены массы и габариты РДМТ. При увеличении  $p_k$  от 0,5 МПа до 1,5 МПа получено снижение массы камеры РДМТ в 2 раза, а габаритов – в 1,4 раза.

Проведены расчеты массы баков и компонентов топлива с учетом их необходимого запаса. При этом влияние режимных параметров на массу заправленных топливом баков незначительно.

В результате получена зависимость массы двигательной установки  $M_{ду}$  от рассматриваемых режимных параметров:

$$M_{ду}(K_m, p_k) = 12,04 \cdot (K_m)^{-0,086} \cdot (p_k)^{-0,209} \quad (1)$$

Минимальная масса двигательной установки с РДМТ тягой 10 Н без учета массы запорно-регулирующей арматуры составила 11,1 кг при  $p_k=1,5$  МПа и  $K_m=3$ . При этом расчетное значение  $T_k$  составило 3367 К, что может привести к неудовлетворительному тепловому состоянию элементов конструкции двигателя. Для  $K_m=2$ , когда расчетное значение  $T_k=2716$  К масса двигательной установки равна 11,8 кг. Следовательно, дальнейшую оптимизацию режимных параметров необходимо проводить совместно с исследованием теплового состояния элементов конструкции РДМТ.

#### Список литературы

1. Трусков Б.Г. Моделирование химических и фазовых равновесий при высоких температурах (АСТРА.4/рс), Версия 1:16). М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1995. 40 с.
2. Зеленцов В.В., Минашин А.Г., Миненко В.Е., и др. Проектирование исполнительных органов систем управления движением космических летательных аппаратов: учеб. пособие: в 2 ч. – ч. 1. / под ред. Б.Б. Петрикевича. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 115 с.

УДК 621.454

## **ОБЗОР СХЕМ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЯ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МАЛОЙ ТЯГИ**

Коптев И.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

ilya\_koptev1999@mail.ru

Научный руководитель: Ворожеева О.А., к.т.н.,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергетическое машиностроение»

Современные тенденции по освоению космического пространства и увеличению количества и разнообразия околоземных спутников требуют разработки двигательных установок для их управления на основе ракетных двигателей малой тяги (РДМТ), обладающих высокими энергетическими характеристиками и надежностью [1].

Учитывая особенности работы РДМТ, такие как импульсный режим работы с частотой до 10 Гц, малый уровень тяги и как следствие низкие расходы компонентов топлива, отсутствие возможности организовать регенеративное охлаждение камеры двигателя [2], а также стремление к экологической безопасности самих топлив и их продуктов сгорания, делают разработку РДМТ на экологически чистых газообразных компонентах топлива перспективной задачей. В связи с чем актуальным является выбор оптимальной схемы смешения компонентов топлива в камере РДМТ, которая позволит сочетать эффективное охлаждение камеры сгорания и высокие значения удельного импульса на различных режимах работы.

Оптимизация схемы смешения компонентов топлива в камере РДМТ связана в первую очередь с рассмотрением уже существующих схем смешения. В связи с этим целью работы является обзор схем смесеобразования в условиях камеры РДМТ на газообразных компонентах топлива и выявление конструктивных особенностей для РДМТ различного назначения.

К особенностям смесительных головок РДМТ на газообразных компонентах топлива следует отнести образование первичного факела продуктов сгорания за счет тангенсального подвода части компонентов. При этом основная часть топлива может формироваться с помощью тангенсального подвода горючего совмещенного с подводом окислителя через струйные или центробежные форсунки, конусообразный коллектор, организации предварительного смешения в предкамерах, поэтапного подвода компонентов в многокаскадных камерах.

Основываясь на обзоре существующих схем сформирована классификация РДМТ на газообразных компонентах топлива, включающая в себя разделение по компонентам топлива (кислород+водород, кислород+метан, воздух+метан), по способу организации рабочего процесса (форкамерная схема, схема с предварительным смешением, закрутка потока компонентов, пересекающиеся потоки), по способу охлаждения (завесное охлаждение, комбинированное охлаждение), по типу форсунок (струйные или центробежные).

Для РДМТ, работающих преимущественно на непрерывном режиме или с низкой частотой включений, целесообразно использовать схему смешения компонентов топлива с комбинированным (регенеративно-завесным) охлаждением, так как для нее характерна высокая эффективность охлаждения, но из-за наличие большого объема за клапанных полостей большое время выхода на режим.

Для более простых двигателей при стремлении снизить стоимость и повысить эффективность смешения рационально использовать струйные форсунки расположенные тангенсально.

Для надежного запуска в условиях космического пространства следует отдавать предпочтение схемам с предварительным смешением компонентов топлива или с форкамерной, что позволит значительно повысить эффективность двигателя в целом.

#### Список литературы

1. Козлов А.А., Новиков В.Н., Соловьев Е.В. Системы питания и управления жидкостных ракетных двигательных установок. М.: Машиностроение, 1988. 352 с.
2. Егорычев В.С., Сулинов А.В. Жидкостные ракетные двигатели малой тяги и их характеристики: учеб. пособие. Самара: Изд-во СГАУ, 2014. 128 с.

#### УДК 533.17

### ЧИСЛЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ УДЕЛЬНОГО ИМПУЛЬСА В ПОВОРОТНОМ УПРАВЛЯЕМОМ СОПЛЕ РДТТ

Леоновец И.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

illaccordion@gmail.com

Научный руководитель: Федотова К.В., к.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Поворотные управляющие сопла (ПУС) ракетных двигателей на твердом топливе (РДТТ) являются органами управления направлением тяги, в которых управляющее усилие создается путем поворота струи продуктов сгорания вместе с соплом [1]. Основное преимущество ПУС заключается в отсутствии механического воздействия на газовую струю. Кроме этого, использование ПУС позволяет сокращать осевые габариты двигателя. Сочетание представленных выше факторов приводит к широкому распространению ПУС в современных РДТТ.

Изменение направления высокоскоростного потока не может не вызывать потерь энергии этого потока, что приводит к необходимости учёта данного факта в расчетах удельного импульса при проектировании РДТТ. В настоящее время для оценки данного вида потерь применяют эмпирические формулы, которые не всегда позволяют получить адекватные значения искомой величины и требуют наличия экспериментальных данных.

В данной работе расчет потерь, вызываемых отклонением поворотного управляющего сопла РДТТ, проведен с помощью сравнения полного импульса потока газа (1) на срезе сопла при различных углах поворота ПУС в используемом на практике диапазоне  $-10^\circ \dots +10^\circ$  со значением в нейтральном положении  $0^\circ$  (2).

$$I = \dot{m} \cdot w + p \cdot F \text{ [Н]}, \quad (5)$$

где  $\dot{m}$  - массовый расход газа, [кг/с];  $w$  - скорость газа в рассматриваемом сечении, [м/с];  $p$  - статическое давление газа в рассматриваемом сечении, [Па];  $F$  - площадь рассматриваемого сечения, [м<sup>2</sup>].

$$\xi_{\text{пов},\alpha} = \frac{I_0 - I_\alpha}{I_0}, \quad (6)$$

где  $I_0$  - полный импульс потока газа в нейтральном положении сопла, [Н];  $I_\alpha$  - полный импульс потока газа при повороте на угол  $\alpha$ , [Н].

Для расчетов используется абстрактная геометрия соплового блока, с диаметром среза сопла  $d_a = 255$ [мм], диаметром критического сечения сопла  $d_{кр} = 44$ [мм], длиной сопла  $l_c = 281$ [мм], глубиной погружения сопла от торца  $K = 56$ [мм]. Центр поворота сопла расположен на пересечении оси сопла и торца корпуса. Коэффициент утопленности определяется согласно выражению (3) и равен 0,2.

$$K_y = \frac{K}{l_c}. \quad (7)$$

В качестве рабочего тела рассматриваются продукты сгорания модельной энергетической конденсированной системы, состоящей из перхлората аммония, бутилкаучука и алюминия при давлении в камере  $p_k = 8$ [МПа]. С помощью программного комплекса «Терра» получено значение начальной температуры продуктов сгорания  $T_k = 3350$ [К]. Известно, что температура рабочего тела будет изменяться в широком диапазоне, а значит изменяются и его теплофизические характеристики – зависимости теплоемкости при постоянном давлении  $c_p$ , вязкости  $\mu$  и теплопроводности  $\lambda$  от температуры получены с помощью ПК «Терра». Особенности вычислительной процедуры ПК «Терра» приводят к экстремальным значениям теплоемкости  $c_p$  при низких температурах, поэтому зависимость теплоемкости от температуры была получена отдельно по определению (3) – как производная энтальпии по температуре.

$$c_p = \frac{\partial H}{\partial T}, \quad (8)$$

где  $H$  - энтальпия газа, [Дж];  $T$  – температура, [К].

Численный расчет проводился в программном комплексе Ansys Fluent, в котором для расчета параметров течения решается система уравнений сохранения массы, количества движения и энергии [2]. Кроме этого, так как из постановки задачи очевиден турбулентный режим течения и известно, что решается задача внутреннего течения, а числа Рейнольдса достаточно высоки, для замыкания задачи используется  $k - \varepsilon$  модель турбулентности.

Симметрия задачи позволила рассмотреть течение для значений углов поворота  $0^\circ$ ,  $2^\circ$ ,  $4^\circ$ ,  $6^\circ$ ,  $8^\circ$ ,  $10^\circ$ . Полученные в результате расчета линии тока показали наличие перехода на сверхзвуковой режим течения в минимальном сечении сопла, а также отсутствие существенных завихрений, что связано с использованием модели турбулентности  $k - \varepsilon$ .

Полученные значения полного импульса потока газа  $I$ , рассчитанные средствами Ansys Fluent показали, что в заданном диапазоне углов поворота ПУС потери (2) не превышают 5%, что согласуется с существующим опытом [1] и численными экспериментами других авторов [3].

#### Список литературы

1. Волков В.Т., Ягодников Д.А. Исследование и стендовая отработка ракетных двигателей на твердом топливе. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. 296 с.: ил.
2. Ansys Fluent Theory Guide. Canonsburg.: ANSYS, Inc., 2016. 850 p. URL: <https://pdfslide.net/documents/ansys-fluent-theory-guide.html?page=1> (Accessed 11.04.2023)
3. Денисихин С.В., Емельянов В.Н., Волков К.Н., Тетерина И.В. Численное моделирование газодинамических процессов в поворотном управляющем сопле // Физико-химическая кинетика в газовой динамике. 2018. Т. 19. № 2. С. 2.



## УДК 621.454.3 ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА МОДЕЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОНДЕНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РДТТ

Шаров Г.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

georgij-sharov@bk.ru

Научный руководитель: Федотова К.В., к.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Достижение максимальной эффективности двигателя на энергетических конденсированных системах (ЭКС) и обеспечение его надежной работы требует оптимизации многокомпонентного состава ЭКС по ряду критериев: высоким значениям удельного импульса и плотности, низкой температуре продуктов сгорания (ПС), минимальному содержанию конденсированной фазы в ПС. ЭКС представляют собой полимеры, наполненные твердыми дисперсными частицами, что существенным образом влияет на их реологические характеристики, а именно на вязкость топливной массы. Важной задачей при определении коэффициента вязкости наполненного полимера является расчет степени объемного наполнения ( $\varphi/\varphi_m$ , где  $\varphi$  – объемная доля твердых частиц в полимере,  $\varphi_m$  – предельное наполнение полимерного материала твердыми частицами), который выполняется по эмпирическим формулам.

В настоящее время развитие компьютерных технологий и искусственного интеллекта позволяет применять нейронные сети для решения вышеприведенных задач с целью уменьшения количества необходимых расчетных точек без потери точности результатов, а также экстраполяции эмпирических данных на аналогичные по составу, но различные по дисперсности рецептуры.

В работе рассматривается модельная гетерогенная ЭКС, состоящая из порошкообразных перхлората аммония (ПХА,  $NH_4ClO_4$ ), октогена (ОКТ,  $CH_2N_2O_2$ ) и алюминия (Al), а также полимерного связующего – бутилкаучука (БК,  $C_4H_8$ ). Оптимизация выбранной рецептуры ЭКС выполняется с применением нейронной сети, для реализации которой используется ряд библиотек языка программирования Python 3.0, включая Keras, TensorFlow, Numpy, Pandas и Matplotlib. С помощью библиотеки Keras создана нейронная сеть, на базе которой реализован алгоритм генетического поиска, включающий в себя создание выборки входных данных для обучения нейронной сети и анализ этих данных с помощью функции оценки, также известной как функция приспособленности. Структурно нейронная сеть (перцептрон) представляет собой последовательно связанные между собой массив входных данных и два слоя нейронов.

В качестве входных данных используются данные термодинамического расчета параметров продуктов сгорания ЭКС, а также плотности. Нейросеть обучена на случайных разнообразных входных данных, для которых задана соответствующая функция приспособленности. В качестве функции активации используется логистическая (сигмоидальная) функция, которая принимает значения в пределах от 0 до 1. Так как функция имеет наибольший градиент в небольших значениях входной суммы на нейроне, то необходимо нормализовать входные данные. Оптимальный состав ЭКС:  $g_{ПХА} = 0,45$ ;  $g_{ОКТ} = 0,24$ ;  $g_{БК} = 0,09$ ;  $g_{Al} = 0,22$ .

Оптимальный фракционный состав смеси из нескольких фракций основного порошкообразного наполнителя (ПХА) соответствует предельной степени объемного наполнения полимерного связующего твердыми частицами. Это, в свою очередь, обеспечивается максимальной плотностью хаотической упаковки частиц наполнителя в

насыпном виде. Существует три основных способа определения  $\varphi_m$ : эксперимент, расчет комбинаторно-мультипликационным методом, расчет симплекс-комбинационным методом. В работе разработана нейронная сеть, обученная на экспериментальных данных из [1] и [2], для определения  $\varphi_m$  в составах ЭКС с тремя различными фракциями ПХА.

Входные данные включают в себя векторы диаметра частиц фракций, коэффициента пористости и объемного содержания каждой фракции. Нейронная сеть имеет архитектуру из пяти слоев, в каждом из которых находится 10, 7, 4, 2 и 1 нейрон соответственно. В качестве функции активации используется логистическая (сигмоидальная) функция, которая принимает значения в пределах от 0 до 1. Это позволяет моделировать сложные нелинейные зависимости между входными и выходными данными. В целях предотвращения переобучения нейронной сети используется метод регуляризации Early Stopping, который основан на контроле качества модели на каждой эпохе обучения.

В результате проделанной работы оптимизированы массовый и гранулометрический состав ЭКС с использованием нейронных сетей, составлены треугольные диаграммы Гиббса. Выявлены закономерности изменения параметров ЭКС при изменении содержания компонентов, демонстрирующие увеличение удельного импульса и снижение плотности при увеличении содержания октогена, создана функция оценки, основанная на рассчитанных параметрах продуктов сгорания. Зависимость предельной степени объемного наполнения от объемного содержания фракции, коэффициента пористости и диаметра частиц в фракции показывает, что более широкое распределение частиц по размерам соответствует более высоким значениям  $\varphi_m$ , в следствие заполнения мелкими частицами промежутков между более крупными частицами.

Внедрение нейросетей для анализа и выбора оптимального состава ЭКС может значительно упростить процесс проектирования и снизить затраты на экспериментальные исследования ракетных двигателей на твердом топливе (РДТТ).

#### Список литературы

1. Ермилов А.С. Теоретические основы процессов получения и переработки полимерных материалов. Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. 159 с.
2. Аликин В.Н., Вахрушев А.В., Голубчиков В.Б., Ермилов А.С., Липанов А.М., Серебренников С.Ю. Твердые топлива реактивных двигателей. Москва: Машиностроение, 2011. Т.4. 380 с.

#### УДК 621.45.022.7

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СТЕНКИ ЖАРОВОЙ ТРУБЫ МЕТОДАМИ РАСЧЕТА ЗАВЕСЫ ЖРД И ТРД

Шостов А.К., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»  
shostov@bmstu.ru

Научный руководитель: Андреев Е.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Камера сгорания (КС) любого реактивного двигателя является самым теплонагруженным элементом конструкции. Неправильно принятое конструктивное решение в конечном итоге может привести к перегреву и последующему разрушению всего летательного аппарата (ЛА).

Прямоточный воздушно-реактивный двигатель (ПВРД) используется в качестве силовой установки крылатых ракет. Необходимо отметить, что проектирование ПВРД ведется совместно с ЛА. Это связано с тем, что многие параметры ЛА, такие как геометрия, аэродинамическое качество, траектория полета и многое другое напрямую влияют на рабочий процесс в самом ПВРД, и наоборот. Поэтому появляется необходимость более детального исследования рабочего процесса в КС ПВРД.

Конструктивное исполнение КС ПВРД во многом схоже с КС турбореактивного двигателя (ТРД). Одним из основных элементов КС обоих двигателей является жаровая труба, во внутреннем пространстве которой происходят процессы впрыска горючего в поток воздуха, его перемешивание и последующее воспламенение. Образующиеся продукты сгорания (ПС) являются источником значительных тепловых потоков, которые направлены в сторону внутренней стенки жаровой трубы. Чтобы избежать прогара стенки используют конвективно-пленочное охлаждение.

Конвективно-пленочное охлаждение представляет собой схему, в которой поток охлаждающего воздуха, поступающего из воздухозаборного устройства, вдувается в пристеночный слой жаровой трубы, тем самым размывая слой ПС и уменьшая величину конвективного теплового потока. Подобная схема охлаждения используется и в КС ПВРД. Метод расчета конвективно-пленочного охлаждения ТРД ведется по методике, изложенной в [1].

В то же самое время подобный механизм охлаждения осуществлен в жидкостных ракетных двигателях (ЖРД). В этом случае жидкое горючее через форсунки впрыскивается в пристеночный слой КС, образуя тем самым завесу. Проходя вдоль КС, оно нагревается, испаряется и перемешивается с пристеночным слоем ПС, защищая тем самым стенку от чрезмерного нагрева. Методика расчета завесы ЖРД описана в [2]. Данный метод расчета применяется и для расчета охлаждения КС ПВРД, где хладагент (жидкое горючее) заменено на воздух.

В ходе выполнения работы получено распределение температуры стенок жаровой трубы со стороны ПС и со стороны охлаждающего воздуха вдоль КС ПВРД методами расчета конвективно-пленочного охлаждения ТРД и завесного охлаждения ЖРД. При реализации последнего метода также рассчитано распределение коэффициента избытка окислителя в пристеночном слое вдоль КС. Анализ полученных зависимостей показал, что применяемые методы могут использоваться для первичного расчета теплового состояния КС ПВРД.

#### Список литературы

1. Лефевр А. Процессы в камерах сгорания ГТД. М.: Изд-во Мир, 1986. 566 с.
2. Добровольский М.В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 488 с.

## СЕКЦИЯ «КОМБИНИРОВАННЫЕ ДВИГАТЕЛИ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ»

УДК 621.43

### АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ МАЛО- И СВЕРХМАЛОВЯЗКИХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ К СИЛОВОМУ АГРЕГАТУ МОБИЛЬНОЙ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Деменкова С.П., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»  
at-demenkov0@mail.ru

Научный руководитель: Путинцев С.В., д.т.н., профессор  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В современном мире к поршневым двигателям предъявляются жесткие требования как в отношении энергоэффективности и надежности, так и экологии. Одним из возможных способов снизить уровень выбросов с одновременным улучшением показателей энергоэффективности двигателя выступает переход на маловязкие масла, что позволяет уменьшить значение внутренних потерь на трение в масле, что в условиях преимущественно гидродинамического режима трения ведет к снижению механических потерь двигателя в целом, и, соответственно обеспечить экономию топлива при сохранении мощности и вместе с тем снижение выброса ряда вредных веществ [1].

Однако снижение вязкости смазочного материала по причине уменьшения толщины масляного слоя в зазорах, вызывает расширение зоны и времени существования граничного трения, повышая риск возникновения предельного износа и задира смазываемых деталей. Для восстановления условий равновесия потребуется либо увеличение скорости движения смазываемого тела, либо рациональное профилирование смазываемых поверхностей, причем больше резервов для этого имеют быстроходные однорежимные дизели, у которых работа осуществляется преимущественно на одном скоростном режиме.

Целью данной работы является прогноз предельно минимального значения вязкости моторного масла и получение проектного образа юбки поршня быстроходного однорежимного дизеля, адаптированного к работе на мало- и сверхмаловязких маслах.

Объектом исследования был выбран универсальный быстроходный четырехтактный дизель воздушного охлаждения размерности 1Ч 8,5/8,0 в варианте силового агрегата электрогенераторной установки [2].

При расчете рассматривалось сопряжение «юбка поршня – цилиндр» и применялись готовые выражения классической динамики ДВС, теории гидродинамической смазки и трибологии [3], в частности, использовались: формула погонной гидродинамической несущей способности, универсальная формула Боудена-Тейбора для определения силы трения смазываемого сопряжения тел, формула Арчарда для оценки глубины износа и формула Герца для нахождения контактных напряжений.

В качестве варьируемых величин использовались: 1) кинематическая вязкость моторного масла при температуре 100 °С в пределах от 1 до 16 сСт; 2) отношение длин несущих участков профиля юбки поршня  $l_1/l_2$  в пределах от 0,25 до 1,75 и 3) частота вращения коленчатого вала дизеля от пусковой (600 мин<sup>-1</sup>) до номинальной (3000 мин<sup>-1</sup>).

Контрольными величинами при расчете были приняты: минимальная толщина масляного слоя в зазоре рассматриваемого сопряжения; гидродинамическая несущая способность масляного слоя на несущем участке юбки поршня; сила трения в

сопряжении; мощность потерь на трение в сопряжении; износ юбки поршня за время наработки.

В результате данной работы было выявлено, что выбор трибологически рационального профиля юбки поршня зависит от вязкости смазочного материала и должен быть адаптирован к ее значению, причем для обеспечения минимальных значений показателей трения и изнашивания необходимо, чтобы длина «нижнего» несущего участка юбки  $l_2$  была больше длины «верхнего»  $l_1$ . Значения параметров механических потерь в значительной степени зависят от скоростного режима, в связи с чем преимущества, полученные при профилировании на определенной частоте работы двигателя, могут потеряться при переходе на другой режим. Для рассматриваемого двигателя минимально допустимым значением вязкости масла при котором допускается работа без критического возрастания мощности механических потерь в сопряжение «юбка поршня – цилиндр» составляет 3 – 4 сСт, при этом переход от серийного профиля юбки к опытному, полученному в результате предварительного анализа на вязкости 3 сСт, сопровождается уменьшением мощности механических потерь на 11%, а глубины износа – на 50%.

#### Список литературы

1. Sander D., Knauder C., Allmaier H. at al. Friction Reduction Tested for a Downsized Diesel Engine with Low-Viscosity Lubricants Including a Novel Polyalkylene Glycol // Lubricants. 2017. № 5(2). pp. 1-14.
2. Плешанов А.А. Разработка, исследования и совершенствование малоразмерного дизеля многоцелевого назначения: дис... к.т.н. в форме науч. доклада (05.04.02): Владимир, 2000. 27 с.
3. Путинцев, С.В. Введение в трибологию поршневых двигателей: учебник. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. 183 с.

**УДК 621.436**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ НЕСТАБИЛЬНОСТИ В ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМАХ COMMON RAIL**

Казачков Я.Ю., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

ya.yu.kazachkov@mail.ru

Научный руководитель: Грехов Л.В., д.т.н., профессор,

Почетный деятель науки и техники г. Москвы

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Конструирование топливной аппаратуры в последние десятилетия достигло совершенства. Все конструкторские решения для разных типов топливных аппаратур прошли проверку временем и зарекомендовали себя, как наиболее эффективные. Однако, промышленные аккумуляторные топливные системы сохранили известные недостатки традиционных топливных систем такие как: неравномерность топливоподачи по цилиндрам; межцикловая нестабильность подачи [1]. Причинами такой нестабильности подачи могут служить: зависимость индивидуальных показателей подачи от неточности изготовления электрогидравлических форсунок; изменение показателей подачи от текущего технического состояния; неудачные технические решения при проектировании. В этой связи повышается интерес к исследованиям, направленным на повышение стабильности функционирования топливных систем высокого давления Common Rail.

Исследование факторов нестабильности цикловой подачи проводилось с помощью расчетной программы «Впрыск». В качестве объекта исследования рассматривалась электрогидравлическая форсунка Common Rail для которой была получена откалиброванная модель расчета динамики впрыскивания.

В результате разработанной методики исследования механизма колебаний циклового количества впрыскиваемого топлива и выполненных расчетов сформулированы следующие выводы о значимости рассмотренных факторов нестабильности подач. Цикловая подача падает на 3% при увеличении температуры топлива с 60 до 120 °С [2]. Технологические отклонения диаметра мультипликатора в пределах допуска 6,978...7.000 мм вносят вклад в колебания цикловой подачи впрыскиваемого топлива 0,243%. В пределах технологических отклонений сечения входного жиклера цикловая подача изменяется значительно: на 6,549%. В пределах технологических отклонений сечения управляющего клапана цикловая подача изменяется в пределах 1,324%. При переходе от работы на испытательной калибровочной жидкости к реальным топливам возникает изменение цикловой подачи на 0,17%, ее незначительная величина обусловлена особенностями работы CR. Износ запорного конуса иглы распылителя с соответствующим уменьшением диаметра линии контакта с 3,77 мм до 3,6 мм приводит к увеличению значений цикловой подачи в размере 0,44%. Степень закоксовывания сопловых отверстий с эквивалентным снижением коэффициента расхода с 0,67 до 0,60 приводит к уменьшению цикловой подачи на 4,265%, что весьма существенно. Частичное засорение фильтра во входном штуцере форсунки не приводит к существенному изменению цикловой подачи. Степень износа сопловых отверстий с эквивалентным снижением коэффициента расхода с 0,67 до 0,75 приводит к увеличению цикловой подачи на 9,125%, что весьма существенно. Нестабильный зазор между якорем и электромагнитом является существенным фактором возникновения отклонений цикловой подачи топлива и требует тщательного внимания, качественного технического обслуживания и контроля сборки ЭГФ. Так, при увеличении зазора с 0,1 мм до 0,15 мм может привести к потере цикловой подачи на 17,84%.

После исследования большинства факторов нестабильности проводилось ранжирование важности факторов по значимости. В работе предлагаются четыре стратегии уменьшения нестабильности. Стратегия №1 заключается в проведении испытаний образцов ТПА и в физическом восстановлении значений ее параметров работы. Стратегия №2 заключается в ужесточении допусков и технологических отклонений. Стратегия №3 заключается в повышении частоты и эффективности технического обслуживания. Стратегия №4 заключается в разработке технологических решений, препятствующих возникновению неустойчивости.

#### Список литературы

1. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: Учебник для вузов. М.: Легион-Автодата, 2005. 344 с.
2. Park J., Jang J.H., Park S. Effect of fuel temperature on heavy fuel oil spray characteristics in a common-rail fuel injection system for marine engines // Ocean Eng. 2015. № 104: pp. 580 – 589.

УДК 0062

**ПРОБЛЕМА ИЗНОСА ВТУЛКИ ШАТУНА АВТОМОБИЛЬНОГО ДИЗЕЛЯ ЗМЗ-5143.10 (УАЗ ПАТРИОТ) И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ**

Манташян М.Г., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

mayklmantashyan@gmail.com

Научный руководитель: Путинцев С.В., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Результаты эксплуатации автомобильных дизелей 4ЧН 8,7/9,4 (ЗМЗ-5143.10) указывают на недостаточную надежность работы смазываемых деталей цилиндропоршневой группы вообще и сопряжения «поршневой палец – втулка шатуна», в частности.

Для оценочного расчета запаса прочности и линейного износа втулки шатуна, была использована индикаторная диаграмма дизеля ЗМЗ-5143.10, с помощью которой на основе положений динамики двигателей получили массив значений внешней нагрузки  $K$ , действующей в вышеуказанном сопряжении. Зная материал втулки, а именно сталелатунный сплав БрАЖ9-4, запас прочности втулки оценили как 4,6. Для прогнозирования линейного износа, была использована модель и формула Арчарда:

$$w = c \cdot \frac{q \cdot v \cdot t}{3 \cdot HB}, \quad (1)$$

где  $w$  – линейный износ,  $c$  – безразмерный коэффициент вероятности фрикционного взаимодействия,  $q$  – контактное давление в паре трения;  $v$  – линейная скорость относительного перемещения абсолютно твердого и пластически деформируемого (подверженного изнашиванию) деформируемого тел;  $t$  – продолжительность трения поверхностей;  $HB$  – твердость изнашиваемого тела по шкале Бринелля.

Для определения продолжительности (времени) контактного трения втулки о поршневой палец в числитель выражения (1) был введен множитель  $k$ , представляющий собой количество рабочих циклов за время наработки ДВС и учитывающий диапазон действия максимального значения силы  $K$ . Для условий работы дизеля на номинальном режиме по формуле (1) было получено значение износа  $w=38$  мкм. С учетом того, что в Руководстве по эксплуатации рассматриваемого дизеля [1] отмечена необходимость замены втулки шатуна при износе более 11 мкм, прогнозируемый износ может быть оценен в 720 моточасов, что заведомо меньше и без того невысокого заявленного ресурса дизеля в 2500 моточасов.

Проблему низкого ресурса можно решить несколькими путями. Во-первых, изменить материал втулки на более прочный, не уступающий применяемому ныне по антифрикционным свойствам. К примеру, - на многослойный композиционный материал, описанный в патенте РФ №2354865 [2]. Прогнозируемый линейный износ с данным материалом уменьшится до 28 мкм, что позволит увеличить ресурс дизеля до 980 моточасов. Во-вторых, можно изменить длину взаимного контактирования в сопряжении «поршневой палец – втулка шатуна» с 28 мм до 32 мм. Согласно расчету, это даст возможность снизить уровень контактного давления и, соответственно, линейного износа втулки до 26 мкм с одновременным продлением ресурса двигателя до 1052 моточасов. В-третьих, с учетом наличия в дизеле ЗМЗ-5143.10 системы струйно-масляного охлаждения поршней, можно рекомендовать повышение эффективности маслоснабжения данной пары деталей путем подачи части моторного масла напрямую в зону их трения, как это описано, например, в патенте РФ №2789316 [3].

## Список литературы

1. Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту дизельного двигателя ЗМЗ-5143.10. (издание второе). Заволжье: Издательство Заволжский филиал ООО «УАЗ», 2020. 164 с.
2. Адам А., Шташко К. Многослойный композиционный материал, изготовление и применение Патент РФ 2354865 С2. Заявитель и патентообладатель Федерал-Могул Висбаден ГмбХ унд Ко. КГ (DE); Заявка № 2006107256; заявлено 05.08.2004; опубл. 17.02.2005.
3. Путинцев С.В., Стрельникова С.С., Косинцев С.А. Устройство для охлаждения и смазки поршня двигателя внутреннего сгорания. Патент РФ 2789316 С1, МПК F01P 3/06; F02F 3/22. Заявитель и патентообладатель МГТУ им. Н.Э. Баумана; Заявка № 2022111474; заявлено 27.04.2022; опубл. 01.02.2023.

**УДК 621.43****МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ФОРСИРОВАННОГО СРЕДНЕОБОРОТНОГО ДИЗЕЛЯ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Панфилов Р.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

pnfltk@yandex.ru

Научный руководитель: Чайнов Н.Д., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Для разработки конструкций цилиндропоршневой группы (ЦПГ) современных поршневых двигателей применяется математическое моделирование, которое обеспечивает экономию средств и времени, позволяет выполнить детальный анализ теплового состояния конструкции и провести оптимизацию ее элементов с учетом определенных условий работы двигателя.

Основным методом моделирования полей температур является метод конечных элементов (МКЭ). При моделировании теплового состояния деталей ЦПГ в первую очередь необходимо отметить условия теплообмена на поверхностях поршня и цилиндра. Различные условия и виды теплообмена на некоторых поверхностях деталей ЦПГ, а также взаимовлияние этих условий и взаимозависимость температурных полей создают определенные сложности при решении поставленной задачи. Эти поля должны быть согласованы между собой и моделироваться совместно.

За базовый двигатель для моделирования теплового состояния элементов цилиндропоршневой группы принят тепловозный двигатель АО «Коломенский завод» 16ЧН26,5/31 с мощностью  $P_e=5500$  кВт и частотой вращения коленчатого вала  $n=1000$  мин<sup>-1</sup>, созданный на замену уже устаревающим двигателям тип размерного ряда Д49 (ЧН26/26) [1].

Расчет согласованных тепловых граничных условий поршня и гильзы цилиндра проводился в программном комплексе ICE. Программа, моделируя тепловое взаимодействие поршня и гильзы цилиндра в процессе возвратно-поступательного движения поршня, позволяет подобрать с помощью итерационного пересчета согласованные между собой тепловые граничные условия на соответствующих боковых поверхностях поршня и гильзы. Расчет проводится в осесимметричной постановке, из-за этого не учитываются овальность поршня, перекладки и некоторые другие особенности взаимодействия [2].



За исходные данные принимаются: геометрические и физические данные по поршню, поршневым кольцам и гильзе цилиндра; физические свойства окружающих сред (масла, охлаждающей жидкости), а также контактирующих элементов (в частности, блока цилиндров и головки блока); параметры рабочего процесса (индикаторная диаграмма, частота вращения и др.).

У поршня традиционная конструкция – камера находится в поршне. Число поршневых колец – три. Длительность цикла  $720^\circ$  поворота коленчатого вала.

В результате работы программы определяются граничные условия теплообмена, а также температурные поля. Граничные условия, полученные по итогам расчета в программном комплексе ICE переносятся в программный комплекс ANSYS для расчета стационарного теплового состояния четверти модели составного поршня и гильзы с заданием условий симметрии. Для учета локальных температур и коэффициентов теплоотдачи их поверхности разбиваются на части. После этого генерируется сетка конечных элементов, задаются соответствующие граничные условия и проводится расчет [3].

Значения максимальных температур составного поршня и гильзы, рассчитанные в двух разных программах, в некотором смысле близки и принимают следующие значения: максимальная температура поршня в программном комплексе ICE –  $423,6^\circ\text{C}$ , в программном комплексе ANSYS –  $398,7^\circ\text{C}$ ; максимальная температура гильзы в программном комплексе ICE –  $193,8^\circ\text{C}$ , в программном комплексе ANSYS –  $184,6^\circ\text{C}$ .

Отличия в температурах обусловлены большой разницей в количестве конечных элементов, а также разной геометрией (в 3D-модели есть бобышка под поршневой палец). Расчет в программе ANSYS дает меньшую температуру поршня, что связано с большей площадью теплоотдачи. Максимальная температура втулки цилиндра не превышает  $250^\circ\text{C}$ , что позволяет использовать для ее изготовления чугун. Максимальная температура головки поршня составляет  $398^\circ\text{C}$ , что позволяет использовать в качестве ее материала сталь 20ХЗМВФ. Максимальная температура тронка поршня составляет  $130^\circ\text{C}$ , что позволяет использовать в качестве ее материала алюминиевый сплав АК4-1.

#### Список литературы

1. Дизель 16ЧН26,5/31, АО «Коломенский завод». URL: [https://www.kolomnadiesel.com/catalog/diesels/section\\_detail.php?SECTION\\_ID=18](https://www.kolomnadiesel.com/catalog/diesels/section_detail.php?SECTION_ID=18) (Дата обращения 04.05.2023).
2. Чайнов Н.Д., Краснокутский А.Н., Мягков Л.Л., Руссинковский С.Ю. Математическое моделирование полей температур, деформаций и напряжений в деталях цилиндропоршневой группы поршневых двигателей: учеб. пособие. Ч. 1: Моделирование температурных полей. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 32 с.: ил.
3. Чайнов Н.Д., Иващенко Н.А., Краснокутский А.Н., Мягков Л.Л. Конструирование двигателей внутреннего сгорания: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» направления подготовки «Энергомашиностроение» / под редакцией Н.Д. Чайнова. М.: Машиностроение, 2008. 496 с., ил.

УДК 621.433.2

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОМОГЕННОГО СГОРАНИЯ МЕТАНА В СРЕДЕ OPENFOAM

Пятовский Я.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

yaroslavpyatovsky@yandex.ru

Научный руководитель: Зенкин В.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Использование в качестве топлива метана перспективно с точки зрения развития поршневых двигателей внутреннего сгорания, поскольку позволяет достичь преимуществ как в отношении расхода топлива, так и выбросов вредных веществ. Но по сравнению с традиционными жидкими топливами метан обладает рядом недостатков, одним из которых является сложность реализации стабильного процесса сгорания в цилиндре. Для прогнозирования параметров рабочего процесса, таких как тепловыделение и эмиссия вредных веществ, на базе программного комплекса OpenFOAM была разработана модель процесса сгорания метана в цилиндре переменного объема. Помимо создания математической модели также была создана программа, позволяющая из результатов трехмерного моделирования оценивать интегральные параметры рабочего процесса, такие как среднее давление в цилиндре, количество сгоревшего метана, закон тепловыделения и пр.

Объектом исследования был двигатель 1Ч 5,6/5,3 с воспламенением от электрической искры. Параметры модели были приняты следующими: 1) нестационарный трехмерный расчёт с учётом химических реакций; 2) в начальный момент в цилиндре задаётся идеализированный вихрь с заданной интенсивностью турбулентности; 3) расчёт ведётся с учётом подвижного поршня с плоским днищем. При расчёте в модели были приняты следующие допущения: 1) теплообмен с окружающей средой отсутствует; 2) процесс газообмена в модели не учитывается. Расчётная сетка модели представляла собой регулярную сетку с количеством ячеек равным 31185 для модели с наибольшим размером ячеек. Для реализации подвижного поршня исходя из закона движения аксиального кривошипно-шатунного механизма были заданы значения скорости поршня за 360 градусов поворота коленчатого вала с шагом в 0,1 градуса, по которым задавалось перемещение поршня. Процесс воспламенения моделировался подводом энергии в выбранную ячейку модели, при этом максимальная мощность достигалась в момент начала подачи искры с ее последующим линейным уменьшением до нуля за 2 мс [1]. По результатам анализа расчётов при различных начальных условиях было получено что график изменения средней кинетической энергии турбулентности имеет разный вид, что существенно влияет на протекание сгорания. Для получения скорости распространения фронта пламени в модели были предусмотрены датчики, по изменениям параметров на которых определялась скорость пламени. Анализ проводился при различных условиях расчёта таких как: 1) различная плотность расчётной сетки; 2) различное положение точки подвода энергии (свечи зажигания); 3) различные химические модели; 4) различные значения углов опережения зажигания.

По результатам данного исследования были сделаны следующие заключения:

Задержка воспламенения в зависимости от параметров модели и режимных параметров составляет 10-20 градусов поворота кривошипа.

Скорость распространения пламени в камере сгорания вблизи оси цилиндра имеет порядок 30 м/с, но к периферии убывает в два-три раза.

Общая продолжительность сгорания имеет завышенные значения, что по-видимому обусловлено идеализированной картиной течения в цилиндре со слабой турбулентностью и малыми скоростями вблизи оси цилиндра, и составляет 100-150 градусов поворота кривошипа. По этой же причине центральное расположение свечи дает значительное ухудшение протекания сгорания по сравнению с ее смещением на 5-15 мм.

Замедление сгорания на поздней стадии обусловлено сильным уменьшением турбулентности при расширении в цилиндре.

Влияние сетки на результаты моделирования требует дополнительного исследования, так как в зависимости от исходной турбулизации в цилиндре и применяемой химической модели для некоторых расчетов достигается сеточная сходимость, для других – нет.

В целом, построенная математическая модель позволяет проводить оценку тепловыделения и эмиссии вредных веществ. Для ее практического использования необходимо проведение валидации модели по экспериментальным данным для конкретного двигателя, что предполагается выполнить на дальнейших этапах работы.

#### Список литературы

1. Ходасевич А.Г., Ходасевич Т.И. X70 Справочник по устройству, применению и ремонту электронных приборов автомобилей. Ч 2. М.: АНТЕЛКОМ, 2004. 224 с.: ил.

**СЕКЦИЯ «ГАЗОТУРБИННЫЕ ДВИГАТЕЛИ И КОМБИНИРОВАННЫЕ УСТАНОВКИ»**

УДК 621.452

**ПРОГРАММА ПРОФИЛИРОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ ЛОПАТКИ ИЛИ КРЫЛА ПО ЗАДАНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ НА ЯЗЫКЕ PYTHON**

Андрюшин Д.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

parkho.m.enko@mail.ru

Научный руководитель: Новицкий Б.Б., к.т.н. доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

При проектировании любой лопаточной машины, а также крыльев летательного аппарата остро встаёт вопрос о профилировании аэродинамического профиля. Поэтому автоматизированная система способная решить данную задачу будет востребована как никогда ранее.

В основу моей программы профилирования легла весовая кривая Безье, строимая по 3 геометрически получаемым полюсам по методике, изложенной в [1], для  $N > 3$  количества выходных точек профиля без применения рекурсии. Такая реализация позволяет избежать переполнения стека памяти и получать такой же по быстродействию результат.

В исходные данные, задаваемые пользователем, входят:

- 1) входные и выходные относительные радиусы кромок будущего профиля;
- 2) угол поворота потока;
- 3) углы раскрытия профиля с обеих сторон;
- 4) коэффициент податливости со стороны спинки или корыта;
- 5) относительная координата максимального прогиба.

Варьируя входные параметры можно получить любой профиль с относительными характеристиками, рассчитанными по методике [2], независимо от его применения.

В качестве дополнительного анализа для лопаточных машин при вводе шага лопаточной решетки и угла установки профиля программа строит лопаточный канал и выводит анализ-функцию диффузорности/конфузорности решетки

**Список литературы**

1. Михальцев В.Е., Моляков В.Д. Расчет параметров цикла при проектировании газотурбинных двигателей и комбинированных установок: учеб. пособие / под ред. И.Г. Суровцева. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 58, [2] с.: ил.
2. Аронов Б.М., Жуковский М.И., Журавлев В.А. Профилирование лопаток авиационных газовых турбин. М.: Машиностроение, 1975. 192 с.

УДК 544.015.4

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПАРОВОГО ВЗРЫВА МЕЖДУ РАСПЛАВЛЕННЫМИ КАПЛЯМИ СОЛИ И ОЛОВА

Лиджиев Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

lind722k@gmail.com

Научный руководитель: Васильев Н.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Паровой взрыв – опасное явление, которое возникает при контакте горячего расплава с холодной жидкостью (когда температура расплава выше температуры предельного перегрева жидкости), в результате чего происходит взрывное вскипание с образованием больших объемов пара и ростом давления в пространстве ограниченных размеров. Данное явление может наблюдаться в атомной энергетике при попадании кориума (расплава активной зоны) в воду при тяжелой аварии на АЭС, в металлургической и целлюлозно-бумажной отраслях промышленности и приводить к большим разрушениям и человеческим жертвам. Исследованию процесса парового взрыва посвящено множество научных работ, основные из которых рассмотрены в обзоре [1]. Однако целостной теории данного явления до сих пор не создано, что объясняется сложностью и многообразием форм и ситуаций, при которых оно может реализовываться.

Процесс парового взрыва принято разделять на четыре стадии: начальное перемешивание струи горячего вещества, инициирование взрыва на одной капле расплава (триггеринг), тонкая фрагментация капель (резкое увеличение площади горячей поверхности со взрывной генерацией большой массы пара, зачастую сопровождаемая распространением мощной ударной волны) и расширение продуктов взрыва в окружающее пространство. Наиболее сложными и соответственно наименее изученными стадиями парового взрыва являются быстротечные процессы (продолжительностью десятки-сотни мкс) инициирования и тонкой фрагментации расплава.

На данный момент принято считать, что триггеринг происходит при касании горячей и холодной жидкостей в результате локальных колебаний паровой пленки на капле расплава [1, 2]. В большинстве исследований начальных стадий парового взрыва проводились эксперименты на каплях расплавов небольших размеров (массой несколько грамм) с использованием внешнего триггеринга процесса, путем воздействия на паровую пленку с помощью искусственно созданного импульса давления в жидкости. В работе [3] была показана практически 100% реализуемость парового взрыва при взаимодействии капель расплава NaCl с водой с температурой 15–60°C, что позволяет использовать это явление в экспериментальных исследованиях в качестве самопроизвольного триггеринга процесса в системе с несколькими каплями других расплавов.

В настоящей работе представлено экспериментальное исследование с помощью высокоскоростной видеосъемки (с частотой кадров до 50 кГц и временем экспозиции до 2 мкс) процесса парового взрыва в воде на расплавленных каплях (массой несколько грамм) соли NaCl и олова. Продемонстрирована «цепная реакция» передачи импульса парового взрыва между отдельными каплями расплавов на примере NaCl и олова от места начального самопроизвольного триггеринга на капле соли. Зарегистрированы локальные возмущения паровой пленки перед началом самопроизвольного взрыва на первой капле NaCl, отсутствующие при взрывах на последующих каплях, которые невозможно зарегистрировать при использовании искусственного триггеринга процесса. Таким

образом, показано преимущество использования в экспериментальном исследовании парового взрыва самопроизвольного (естественного) инициирования процесса по сравнению с внешним (искусственным) триггерингом с точки зрения близости к реальным условиям.

#### Список литературы

1. Мелихов В.И., Мелихов О.И., Якуш С.Е. Термическое взаимодействие высокотемпературных расплавов с жидкостями // Теплофизика высоких температур. 2022. № 2 (60). С. 280–318.
2. Вавилов С.Н., Васильев Н.В., Зейгарник Ю.А., Клименко А.В., Скибин Д.А. Спонтанный триггеринг парового взрыва: результаты экспериментальных исследований // Теплоэнергетика. 2022. № 7. С. 15–22.
3. Вавилов С.Н., Васильев Н.В., Зейгарник Ю.А. Паровой взрыв: экспериментальные наблюдения // Теплоэнергетика. 2022. № 1. С. 78–84.

#### УДК 621.438

#### УЧЕБНО-ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ БАЛАНСИРОВОЧНЫЙ СТЕНД

Ковелин М.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

kovelinmichael2000@yandex.ru

Сыроватский А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Научный руководитель: Новицкий Б.Б., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Учебно-демонстрационный балансировочный стенд предназначен для освоения балансировочного оборудования КВАРЦ-2. Актуальность изготовления стенда и освоения балансировочного оборудования заключается в изучении закономерностей изменения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) ротора в зависимости от вносимых в систему ротора изменений, по которой можно оценить техническое состояние ротора, подшипниковых узлов и т.д [1].

Учебно-демонстрационный стенд предназначен для отработки базовых навыков использования балансировочного оборудования КВАРЦ-2. Стенд позволяет смоделировать комплекс неполадок, возникающих в газотурбинной установке (ГТУ) и приводящих к выходу последней из строя. На стенде возможно смоделировать следующие ситуации: 1) несоосность подшипниковых опор; 2) изгиб ротора; 3) износ подшипников (износ дрожек тел качения, поломка сепаратора); 4) Ослабление крепления опор подшипников; 5) разбалансировка ротора вследствие отрыва лопаток, отрыва балансировочных грузов и т.д. Анализируя полученные зависимости АЧХ ротора от вносимых в систему ротора неполадок, можно ускорить процесс диагностики неисправностей на полноразмерных ГТУ [2].

Основание стенда изготовлено из стальных горячекатаных швеллеров 12У и 8У ГОСТ 8240-97 и из стального горячекатаного равнополочного уголка №2 ГОСТ 8509-93. Соединение деталей выполнено при помощи электродуговой сварки, что обеспечивает жесткость основания. После сварки на универсальном фрезерном станке за один установ обработаны 3 поверхности: 2 площадки под крепление опор вала и площадка под крепление электродвигателя, тем самым обеспечено: 1) расположение опор вала на одной плоскости; 2) расположение осей вала стенда и вала электродвигателя в параллельных

плоскостях (двигатель крепится к основанию строго под 90 градусов). В основании предусмотрены пазы для регулировки натяжения поликлинового ремня путем перемещения электродвигателя перпендикулярно основанию. В уголках имеется 4 отверстия, при помощи которых стенд фиксируется на рабочем месте. Для обеспечения соосности опор выбраны подшипниковые узлы УСР 204 со сферической поверхностью наружной обоймы подшипника. Опоры вала крепятся к основанию при помощи 4-х болтов М12х1.5. Для упрощения сборки в основании нарезана ответная резьба. Выбор уменьшенного шага обуславливается высотой резьбы, нарезанной в боковой стенке швеллера У8. В подшипниковые узлы устанавливается вал, изготовленный из материала Сталь 45 на токарно-винторезном станке. Фиксация вала в подшипниковых узлах осуществляется при помощи гужонов. На вал устанавливается 2 балансировочных диска, каждый диск имеет 48 отверстий, расположенных равномерно по диску. Отверстия предусмотрены для установки небольших грузов для балансировки ротора, либо же намеренной разбалансировки. Фиксация дисков на валу стенда осуществляется при помощи гужонов. Для передачи вращения от электродвигателя к ротору выбран поликлиновый ремень и изготовлены на токарно-винторезном станке шкивы для вала электродвигателя и вала стенда с передаточным отношением от электродвигателя к ротору равным 5/3. Фиксация шкивов на валах осуществляется при помощи гужонов. Электродвигатель крепится к основанию при помощи уголка, изготовленного на фрезерном и координатно-расточном станках. Уголок изготовлен с соблюдением технологии для обеспечения точного угла 90 градусов. Соблюдение данного требования гарантирует, что ремень не будет слетать со шкивов, а его изнашивание будет равномерным по ширине. Для упрощения сборки и натяжки поликлинового ремня в уголке изготовлены 2 резьбовых отверстия М6 и 4 резьбовых отверстия М5.

Таким образом, учебно-демонстрационный стенд позволяет развить у будущих специалистов понимание зависимости АЧХ ротора ГТУ от вероятно возникшей неисправности, что ускорит адаптацию специалиста при диагностике неисправностей полноразмерных машин.

#### Список литературы

1. Хронин Д.В. Конструкция и проектирование авиационных газотурбинных двигателей. М.: Машиностроение, 1989. 368 с.
2. Петрухин В.В., Петрухин С.В. Основы вибродиагностики и средства измерения вибрации: учебное пособие. М.: Инфра-Инженерия, 2010. 176 с.

**УДК 697.911****РАСЧЕТ ДИФFUЗОРОВ С ПОМОЩЬЮ ANSYS CFX**

Костюченко А.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»  
avkos2002@gmail.com

Стецкая Т.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»  
steckaya\_tatyana1@mail.ru

Ступоченко В.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»  
stupochenko.v@mail.ru

Научный руководитель: Новицкий Б.Б., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В настоящее время одной из наиболее важных проблем в вентиляции помещений является получение точных данных о распределении скоростей на выходе из диффузора. Информация о поведении струи воздуха позволяет просчитать нужный расход воздуха, способ его подвода в диффузор, длину диффузора и т.д. для конкретного помещения, а также проводить дальнейшие модификации в самой конструкции вентиляционных диффузоров, оптимизируя их, с целью снижения вихреобразования и получения равномерного поля скоростей.

Целью данного исследования является расчет диффузоров щелевого диапазона 10, 15...35 мм с использованием программного комплекса ANSYS CFX для получения данных о средних скоростях потока воздуха в зависимости от расхода и щели, а также верификация расчета экспериментальным путем на специализированном стенде.

Были поставлены и выполнены следующие задачи: создание экспериментального стенда и измерение поля скоростей потока на выходе из диффузора; верификация математической модели ANSYS по эксперименту; расчет оставшихся щелей и сбор данных о скоростях и потерях полного давления в камере статического давления (КСД) в таблицу для дальнейшего анализа.

Собранный на базе лаборатории кафедры ЭЗ стенд состоял из:

- 1) Устройства подачи воздуха;
- 2) Расходомерного участка с успокоителем;
- 3) Диффузора с КСД с горизонтальным подводом в виде трубы диаметра 95,1 мм и длины 1 м;
- 4) Термоанемометра СЕМ DT-8880, закрепленного на двумерной траверсе.

Следующим этапом стала настройка параметров в ANSYS CFX. Построенная расчетная сетка состояла из двух миллионов элементов размером 2 мм. Была выбрана модель турбулентности k- $\omega$ . Количество итераций в проведенном расчете составило около тысячи.

Серия расчетов по верификации математической модели проводилась с такими моделями турбулентности, как k- $\epsilon$  и k- $\omega$ . Результаты первой модели оказались менее точными. Эта модель широко используется для свободных течений (струи, слой смешения и т.п.), но плохо описывает пристеночные течения. Дело в том, что при выводе основных уравнений, относящихся к скорости диссипации  $\epsilon$ , использовалось допущение о больших значениях локального числа Рейнольдса. Возле стенки это допущение нарушается – локальное число Рейнольдса стремится к нулю [1]. Одним из преимуществ разработки k- $\omega$  ( $\omega$  – скорость диссипации турбулентной кинетической энергии) – это возможность обработки пристенка при вычислениях для малых чисел Рейнольдса [2]. Также, анализ



результатов показал, что оптимальный размер элементов расчетной сетки составляет 2 мм. Заключительным этапом верификации стало построение графиков распределения скоростей на выходе из диффузора по экспериментальным и расчетным данным.

После расчета оставшихся диффузоров выбранного целевого диапазона данные были занесены в итоговую таблицу зависимости скорости потока от массового расхода и расстояния от щели, а также в таблицу потерь полного давления в КСД.

Посредством численного моделирования решена задача о нахождении таких необходимых параметров, как: скорости потока воздуха на заданном расстоянии; потерь полного давления в КСД в зависимости от расхода и геометрии диффузора. Систематизация расчетных данных позволила произвести выбор необходимых параметров диффузора для получения желаемой скорости потока воздуха на заданном расстоянии. Использование численного моделирования значительно сэкономило время в расчетах большого количества диффузоров, что в дальнейшем упростит процесс модификации их геометрии.

#### Список литературы

1. Молчанов А.М. Термофизика и динамика жидкости и газа. Специальные главы. М., 2019. 152 с.
2. Лубина А.С., Седов А.А. Верификация CFD-моделей ANSYS FLUENT для однофазных течений в каналах простой формы // 10 МНТК «Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР» ОКБ «ГИДРОПРЕСС» (Подольск, Россия 16-19 мая 2017 г.). URL: <https://pdfslide.net/documents/-cfd-ansys-fluent-.html?page=1> (Дата обращения 11.04.2023)

#### УДК 621.45.037

#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦБК РАСХОДОМ 0,2 КГ/С ДЛЯ БПЛА

Орлова А.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

orlovana2001@gmail.com

Научный руководитель: Хорошавцев Д.Р., ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Центробежные компрессоры (ЦБК) получили широкое распространение в авиационных и транспортных двигателях малой мощности, а также в силовых установках наземной техники и в энергетическом оборудовании [1]. В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений в области совершенствования основных показателей эффективности проточной части ЦБК является применение новых расчётных подходов к профилированию лопаточного и безлопаточного диффузоров, выходных устройств. Данная тенденция обуславливает необходимость экспериментальной верификации результатов численного моделирования течений в проточной части компрессорной ступени.

Для исследования газодинамики в центробежных ступенях был создан электрокомпрессорный стенд [2]. При проектировании экспериментальной установки была предусмотрена модульность конструкции, которая заключается в возможности оперативной замене одного или нескольких узлов проточной части, в том числе без изменения геометрии остальных. Данный стенд был спроектирован для существующей ступени, геометрия рабочего колеса которой была неизвестна. В последствии было проведено 3D-сканирование крыльчатки.

При наличии всей геометрии стало возможным провести расчёт в программном комплексе Ansys CFX. В результате расчёта геометрии исходного лопаточного диффузора (ЛД) были получены следующие параметры: степень повышения полного давления составила 1,21, расход воздуха через компрессор – 0,211 кг/с, изоэнтальпический коэффициент полезного действия (КПД) компрессора – 68 %, политропический КПД компрессора – 69 %.

Данный расчёт показал, что геометрия лопаточного диффузора требует доработок. По аналитическим расчётам были получены следующие параметры улучшенного ЛД: внутренний диаметр  $D_3$  равен 168 мм, внешний диаметр  $D_4$  – 229 мм, входной лопаточный угол  $\alpha_{3л}$  – 46,13°, выходной лопаточный угол  $\alpha_{4л}$  – 65,63°.

При построении модели по данным параметрам оказалось невозможным получить нужный режим работы, поэтому параметры ЛД были изменены. Последняя итерация геометрии улучшенного лопаточного диффузора имеет следующие характеристики: угол лопатки на входе равен 39,77°, угол лопатки на выходе – 56,37°, количество лопаток – 37, относительная толщина профиля – 0,6, исходный симметричный профиль – NASA 0006.

Далее была построена расчётная сетка с замельчением у поверхности лопатки, состоящая из 978922 элементов и 1021550 узлов.

Данные результаты были получены при использовании в моделировании модели турбулентности «Shear Stress Transport» («SST»). Для каждой итерации геометрии было произведено 1000 итераций, при каждой из которых все значения невязок становились меньше порога в 10<sup>-5</sup>. Граничными условиями задавались полное давление на входе и статическое давление на выходе. При доводке геометрии было рассчитано 5 различных вариантов геометрии, прежде чем удалось добиться указанных параметров.

При рассмотрении распределения поля статического давления можно заметить, что статическое давление увеличивается, канал диффузорный. Рассматривая распределение полного давления видно, что его потери относительно небольшие, хоть и имеется зона отрыва потока. На полях скорости данный отрыв представлен более наглядно.

В процессе оптимизации геометрии лопаточного диффузора был спроектирован диффузор, позволяющий добиться следующих параметров: степень повышения полного давления составила 1,21, расход воздуха через компрессор – 0,209 кг/с, изоэнтальпический КПД компрессора – 80,6 %, политропический КПД компрессора – 81 %.

Таким образом, было получено увеличение КПД компрессора на 10 % только улучшением геометрии лопаточного диффузора.

#### Список литературы

1. Арбеков А.Н., Вараксин А.Ю., Иванов В.Л. и др. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок : учебник / под общ. ред. А.Ю. Вараксина. 4-е изд., испр. Москва: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2017. 680 с.
2. Хорошавцев Д.Р., Мочалов А.А., Ушаков Р.Е. Учебно-лабораторная экспериментальная установка для отработки узлов проточной части ступени центробежного компрессора. // Всероссийский научно-технический форум по двигателям и энергетическим установкам имени Н.Д. Кузнецова, посвященный 110-летию ПАО "ОДК-Кузнецов": Материалы докладов. Самара, 2022. С. 131-133.

УДК 621.438:536.24

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГТД ЗА СЧЁТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ЛОПАТОК ТУРБИНЫ

Смирнова М.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

smirnovamv@student.bmstu.ru

Ханин Я.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

khaninyas@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Бурцев С.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Для достижения большей мощности и эффективности современные газотурбинные двигатели работают при достаточно высоких температурах рабочего тела, превышающих допустимую температуру материала лопатки, что требует эффективного охлаждения лопаток турбины.

Чтобы обеспечить работоспособность лопаток газовой турбины при таких условиях используют теплозащитные покрытие, которое позволяет снижать температуру поверхности лопатки порядка 100 °С и воздушное охлаждение. Воздух для охлаждения отбирается после компрессора или из разгрузочных полостей компрессора и подводится к лопаткам турбины различными потоками по признаку подходящего давления.

В охлаждаемых лопатках воздух подводится через корневую часть лопатки, проходит по специально выполненным каналам внутри лопатки и затем выпускается в проточную часть турбины в местах выдува лопатки в зависимости от её конфигурации. У таких лопаток наблюдается большая неравномерность температуры по поверхности, особенно по профилю лопатки. Наиболее нагретыми участками лопатки являются входная и выходная кромки. При такой организации охлаждения давления холодного воздуха недостаточно для его выдува в проточную часть навстречу потоку.

Внедрение теплообменного аппарата для охлаждения отбираемого воздуха обладает рядом преимуществ, главным из которых станет относительно низкая температура охлаждаемого воздуха, а дожатие этого воздуха во внешней компрессорной установке позволит реализовать более эффективную систему охлаждения лопаток и других элементов турбины с возможностью реализовать выдув охлаждающего воздуха из входной кромки лопатки навстречу потоку [1]. Это позволит снизить температуру одного из наиболее напряжённых элементов лопаток и получить более равномерное распределение температуры по поверхности лопатки. С учётом всего вышесказанного предполагается уменьшение расхода охлаждающего воздуха и, как следствие, улучшение удельных параметров ГТУ и её эффективности.

По методике [2] были рассчитаны два цикла газотурбинной установки мощностью  $N = 10$  МВт и температурой перед турбиной  $T_r^* = 1573$  К, один из циклов был с теплообменным аппаратом и заданной температурой охлаждающего воздуха  $T_{охл}^* = 500$  К.

Выбор исходных значений КПД и коэффициентов, характеризующих потери по тракту установки идентичны для обоих вариантов схем. Также значение относительного расхода воздуха на утечки был принят для обеих установок равный  $g_{ут} = 0,007$ . Относительный расход  $g_{охл}$  воздуха для двух циклов отличается, и зависит от эффективности охлаждения [3]. Была рассмотрена область температур выше  $T_k^* = 600$  К как представляющая интерес для внедрения воздухоохладителя.

Графоаналитическим методом был выполнен анализ зависимостей КПД и удельных параметров установок от степени повышения давления двух установок (с теплообменным аппаратом и без). Прирост КПД в цикле с использованием теплообменного аппарата в сравнении с циклом без теплообменного аппарата достигает 1% при степени повышения давления  $\pi_k^* = 21$ , 1,5% при  $\pi_k^* = 25$ , 2% при  $\pi_k^* = 28$ . Удельная мощность установки с теплообменником становится больше удельной мощности установки без теплообменника после достижения степени повышения давления  $\pi_k^* = 10$ ; меньшее значение удельного расхода топлива достигается при  $\pi_k^* = 12$  и более.

Резюмируя всё выше сказанное - цикл газотурбинной установки с теплообменным аппаратом даёт более хорошие параметры самой установки, особенно в области степеней повышения давления более 20 ( $\pi_k^* > 20$ ). Эта же область является для установки без охлаждения охлаждающего воздуха ( $\pi_k^* = 25$ ). Это позволяет сделать однозначный вывод о целесообразности использования теплообменного аппарата для охлаждения отбираемого от компрессора воздуха для рассматриваемой ГТУ.

#### Список литературы

1. Иванов В.Л., Леонтьев А.И., Манушин Э.А., Осипов М.И. Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных и комбинированных установок. / под ред. А.И. Леонтьева. М.: Издательство МГТУ им Н.Э. Баумана, 2003. 592 с.
2. Михальцев В.Е., Моляков В.Д. Расчет параметров цикла при проектировании газотурбинных двигателей и комбинированных установок.: учеб. пособие / под ред. И.Г. Суровцева. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 58 с.: ил.
3. Михальцев В.Е., Моляков В.Д. Теория и проектирование газовой турбины: учебное пособие / под ред. А.Ю. Вараксина. Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. 230 с.: ил.

## **СЕКЦИЯ «ХОЛОДИЛЬНАЯ, КРИОГЕННАЯ ТЕХНИКА, СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ»**

**УДК 621.182.08**

### **РАЗРАБОТКА РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Добрецов А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Миронов А.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Светлов И.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

svetlovandivan@yandex.ru

Шандра М.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Научный руководитель: Навасардян Е.С., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В рамках международного инженерного чемпионата Case-In было поставлено техническое задание для проработки и нахождения решения. Тема данного кейса – “Разработка решения для определения поврежденных элементов теплообменного оборудования”. В кейсе рассматривался случай образования дефектов в теплообменных блоках котла утилизатора ТЭС. .

Одна из задач теплоэнергетики – повышение эффективности работы теплообменного оборудования. Это - сложный экономический показатель, включающий в себя: надежность, безопасность и техническое совершенство [1,2]. Благодаря применению цифровых технологий можно значительно улучшить данный показатель.

Например, по анализу статистических данных, наибольшим неисправностям в оборудовании ТЭС подвержен котел, а именно поверхность нагрева [3]. Исходя из этой информации задается техническое задание, которое заключается в нахождении современного метода определения дефектных участков на примере трубок поверхностей котла утилизатора.

Рассматривались факторы принятия решения: экономическая целесообразность предложенного метода, безопасность выполняемых работ и автоматизация процесса.

В качестве решения рассматривались и анализировались современные методы определения дефектов, такие как: гидравлические испытания, ультразвуковая диагностика, вибродиагностика, исследование тепловизором, вихретоковая диагностика и термопара. У каждого метода есть свои положительные и отрицательные стороны, которые необходимо учитывать.

Конструкция котла утилизатора условно представляет собой 6 теплообменных аппаратов, подвешенных друг за друга вертикально [2]. В случае поломки, необходимо останавливать установку и захлаживать ее, для дальнейшего ремонта, что приводит к большим финансовым потерям.

В качестве решения Кейса предлагается метод ТЕРМОПАР с использованием байпасных потоков между теплообменными аппаратами. Он подразумевает собой установку двух термопар на каждую трубу в теплообменных аппаратах, а также подключение дополнительных байпасных потоков между теплообменниками. Действие

данного метода основано на измерении разницы температур до и после поверхности теплообмена при стационарном режиме работы установки.

В случае повреждения трубы часть потока из трубного пространства вырывается наружу что влечет за собой изменение температуры. Компьютер (система с машинным обучением) фиксирует изменение температуры и отключает теплообменный аппарат, в котором обнаружен дефект из схемы. Котел работает в данный момент на 5 теплообменниках. Машина указывает дефектную трубку, которая при изоляции теплообменника с дефектом заваривается или запаивается с двух концов. Затем теплообменника включается снова в схему.

Предложенный метод позволяет не останавливать и не захлаживать установку для ее ремонта.

Также, было принято во внимание замечание экспертов чемпионата, о постановке двух термопар на конце теплообменного оборудования. Это необходимо для проверки датчиков на точность измерения и на отсутствие ошибки.

В рамках экономической части Кейса были рассчитаны капитальные затраты на доработку котла утилизатора. Они включают в себя покупку термопар на каждую трубу котла утилизатора, покупку компьютеров, установку байпасных линий между теплообменными аппаратами и прочие затраты.

Всего необходимо потратить 6 904 000 рублей. В рамках анализа информации в сети интернет были найдены сведения о размере штрафа за аварийный останов блока, который равняется около 43 миллионов рублей.

Исходя из этого считаем предложенный метод экономически эффективным.

Подытоживая, исходя из поставленных задач был предложен метод определения дефектов при помощи термопар и цифровых технологий, который позволяет произвести ремонт теплообменного оборудования без остановки установки, что сокращает финансовые затраты.

#### Список литературы

1. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / под ред. А.А. Макарова, Т.А. Митровой, В.А. Кулагина; Москва: ИНЭИ РАН – Московская школа управления СКОЛКОВО, 2019. 210 с.
2. Бродов Ю.М., Резникова Р.С., Краснова Г.И., Чайка А.И. Анализ показателей надежности теплообменных аппаратов ТЭС. // Энергомашиностроение. 1982. № 11. С. 35–39.
3. Беляев С.А., Литвак В.В., Солод С.С.. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС. Томск: Изд-во НТЛ, 2008. 218 с.

#### УДК 661.939

#### ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ РЕДКИХ ГАЗОВ ИЗ ВОЗДУХА

Ян Л., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

yanl@student.bmstu.ru

Лю Ч., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

liuzhy712@gmail.com

Научный руководитель: Куприянов М.Ю., к.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

По объёмной доли в воздухе содержатся около 18 ppm неона, 5,24 ppm гелия, 1,14 ppm криптона и 0,08 ppm ксенона. Редкие инертные газы широко применяются для промышленного, химического, военного и высокотехнологичного производства.

Производство инертных газов является одной из наиболее перспективных отраслей экономики. Они получают в качестве побочного продукта воздухоразделительной установки (ВРУ). Такие установки обычно работают по принципу ректификации. Ректификация - один из способов разделения смесей, основанный на различном распределении компонентов смеси между жидкой и паровой фазами. Преимуществами колонн насадочного типа при их эксплуатации являются развитая поверхность контакта фаз, низкое гидравлическое сопротивление, а также высокая эффективность ректификации.

Тяжелые инертные газы практически полностью отводятся из конденсатора-испарителя колонны двукратной ректификации ВРУ с жидким кислородом, отбираются в виде криптоно-ксеноновой смеси на уровне не выше 6 ppm, что всего в пять раз больше, чем их содержание в атмосферном воздухе.

В целях поиска эксплуатационного решения для достижения стабильности процесса ректификации изучена метод моделирования с помощью Aspen Hysys. Изучаемая эксплуатационная установка для разделения криптона и ксенона состоит из ректификационных колонн, конденсаторов, теплообменных аппаратов и компрессорных блоков. Была разработана технологическая модель, в которой ректификационные колонны, рекуперативные теплообменники, конденсатор, термосифонный испаритель и насосное оборудование[1]. По результату анализа определены диапазоны нагрузок в колонне и замены теплообменное оборудование, которые не обеспечивают работу колонны при допустимой работе.

Гелий извлекают в основном из крупных ВРУ или из природного газа. Из ВРУ гелий обычно отводится вместе с неонам. В целях получения чистых неона и гелия производится их дополнительная очистка. В установке для производства высокочистого неона самым богатым потоком по содержанию гелия является отдувка, где его концентрация больше 60 %. В научной работе производится исследование процесса адсорбционной очистки данной отдувки как исходной смеси. Дополнительная очистка и разделение неона и гелия производится с помощью низкотемпературной ректификации, вымораживания, мембранного разделения или физической адсорбции. В рассматриваемом случае адсорбционный метод более подходит к задаче выделения гелия из отдувки установки, т. к. метод сорбции применяется в широких интервалах давлений и температур, процесс управляется легче, чем другими методами.

Адсорбцией называют концентрирование веществ на поверхности раздела фаз или в объёме пор твёрдого тела. Она является обратимым процессом, поэтому адсорбент должен быть отрегенирован после достижения состояния насыщения. Силикагель, цеолиты и активированный уголь часто используются в качестве адсорбента при очистке гелия.

На данном этапе научной работы произведен литературный обзор по очистке гелия из неонгелиевой смеси. Рассмотрены источники разных стран мира. Анализируемые статьи часто посвящены очистке гелия для установки сверхпроводящих систем. В цели получения гелия высокой чистоты обычно требуется двухступенчатая адсорбция: при температуре 80 К должны быть удалены кислород, азот и аргон, а при температуре ниже 50 К - неон и водород. В Китае была реализована адсорбционная установка очистки гелия с использованием активных углей из кокосовой скорлупы. Температура процесса второй стадии сорбции была 35 К, что позволило получить изотермы адсорбции неона. На этой

установке также изучена адсорбционная способность разных сорбентов, активированный уголь более подходит к данной задаче, чем силикагель и цеолиты.

На территории СНГ реализована установка для непрерывного получения неона и гелия высокой чистоты. Была разработана относительно «высокотемпературная» система адсорбционного блока и создана экспериментальная установка в интервале температур от 28 К до 80 К. Полученная статическая ёмкость по неону на силикагеле при 28 К больше, чем на угле СКТ-4 при азотной температуре [2]. Выводы этих опытов не сходятся, возможная причина: процесс исследовали при разных давлениях смеси.

Угольные наноматериалы в последние годы много изучены. Одностенные нанотрубки обладают отличными адсорбционными свойствами и являются наиболее перспективными материалами для хранения водорода. Несколько зарубежных исследователей изучали избирательности адсорбции редких газовых смесей на таком сорбенте. В диапазоне исследуемых параметров (от 0,2 до 1 МПа и от 4 до 40 К) наблюдались явления избирательности адсорбции неона от гелия. Такая избирательность сильно зависит от концентрации неона в смеси. При температуре 40 К такое явление заметнее, чем при 4К, это объясняется более сильным взаимодействием неон-неон при 4 К по сравнению с взаимодействием гелий-гелий [3].

Согласно плану научной работы в дальнейшем необходимо будет разработать схему, модернизировать научно-исследовательскую установку для ректификационного разделения криптона и ксенона и определить диапазоны устойчивых эксплуатационных режимов каскада колонн. В рамках работ по извлечению гелия планируется проведение экспериментов, исследование процессов адсорбции неона, водорода, гелия и их смесей на разных сорбентах при различных температурах и давлениях.

#### Список литературы

1. Ганбаров А.Б., Варламов Д.Н., Куликов Д.Ю., Проскурин Г.В. Определение параметров устойчивой работы ректификационной установки при отклонении от проектных условий // Газовая промышленность. 2018. №8 (772). С. 72-76.
2. Симоненко Ю. Энергосберегающие технологии в установках для получения неона и гелия высокой чистоты // ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНІКА. 2014. № 4(150). DOI:10.15673/0453-8307.4/2014.28044.
3. Sha H., Faller R. Molecular simulation of adsorption and separation of pure noble gases and noble gas mixtures on single wall carbon nanotubes. // Computational Materials Science. 2016. № 114. pp. 160-166.

#### УДК 62-135

### ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ КРУПНОТОННАЖНЫХ ТУРБОДЕТАНДЕРОВ

Мамедов В.М., аспирант,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

mamedov-vm@bk.ru

Научный руководитель: Архаров И.А., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Развитие рынка энергоресурсов в Российской Федерации на фоне санкционного давления существенно замедлилось. В основном это связано с нарушением иностранными компаниями-поставщиками энергетического оборудования условий сотрудничества, в результате чего многие крупные нефте- и газоперерабатывающие заводы сталкиваются с



невозможностью осуществления гарантийного ремонта, планового осмотра и покупки комплектов запасных частей для криогенных турбодетандеров и турбокомпрессорных агрегатов.

Такая ситуация создает конкурентные условия для выхода на рынок крупнотоннажных машин отечественных частных производственных объединений. На сегодняшний день к таким компаниям можно отнести АО «НПО «ГЕЛИЙМАШ», ПАО «КРИОГЕНМАШ», ООО «РУСГАЗКРИО», ООО «КИСЛОРОДМАШ», технологические мощности которых могут быть использованы для разработки и последующего производства турбодетандеров с реализуемой при расширении рабочего вещества мощностью на валу порядка 2,5...10 МВт.

Оценка спроса на изготовление, научно-исследовательские работы, ремонт, плановый осмотр и поставку запасных частей для турбодетандеров и турбоагрегатов показывает, что за последние 10 лет количество открытых конкурсных заявок на площадке [zakupki.gov.ru](http://zakupki.gov.ru) достигает порядка 2300. Средняя стоимость заявки для турбодетандеров составляет около 1,2 млрд рублей, а для турбокомпрессорных агрегатов – около 3,3 млрд рублей. На момент представления доклада эквивалентное количество заявок составляет 57.

Проведенный анализ свидетельствует об экономической рациональности развития соответствующих компетенций в области энергетического криогенного машиностроения. Открытым остается вопрос о проведении испытаний таких машин с целью установления степени соответствия заявленных характеристик фактическим. На фоне активного развития информационных технологий, методов математического моделирования [1], алгоритмов CFD-расчетов [2] возникает необходимость в верификации последних для достижения большей точности определения характеристик будущей машины еще на этапе проектирования. Нарработка экспериментальных данных и совершенствование предиктивной способности средств для инженерных расчетов существенно снижает объем капитальных затрат на отработку технических и технологических решений, внедряемых в конструкции машин с учетом появления новых прогрессивных средств механической обработки, аддитивных технологий и др.

Проведение испытаний крупнотоннажных машин с исследовательской целью приносит существенные убытки, которые связаны с простым дорогостоящего изделия на производственно-испытательной площадке завода изготовителя. В тоже время разработка специализированных средств автоматизации технологического процесса проведения испытаний с функционалом, ориентированным на накопление, систематизацию, разметку и дальнейший анализ на базе промышленных решений требует точных данных о характеристиках машины и ее особенностях, которые до момент непосредственного изготовления агрегата остаются подвижными.

Следует учесть, что такое решение не является универсальным и не может применяться ко всему типоразмерному ряду выпускаемых турбодетандеров и турбоагрегатов. Это объясняется отсутствием гибкости при программировании промышленных микроконтроллеров и построении человеко-машинного интерфейса типа SCADA [3].

Время простоя готовой к передаче заказчику машины при ожидании производства, настройки средств автоматизации проведения испытаний и капитальные затраты на их проведение крайне непривлекательны производителю. В этом случае коммерческий интерес становится выше, чем развитие научного потенциала.

В качестве итога следует отметить необходимость и научную рациональность разработки и изготовления средств автоматизации проведения испытаний с учетом требуемого широкого функционала на базе доступных несанкционных электронных

компонентах и разработки программного обеспечения, построенного на ресурсах с открытым исходным кодом. Функциональные возможности такой системы должны обеспечивать гибкость в процессе адаптации к испытаниям машин разной мощности и назначения, чтобы быть привлекательными для производителей как с точки зрения стоимости организации испытаний, так и с позиции наработки экспериментальных данных и их анализа для расширения сферы своей деятельности в дальнейшем.

#### Список литературы

1. Данилишин А.М., Кожухов Ю.В. Разработка параметрической модели проточной части двухзвенной ступени с осерадиальным рабочим колесом центробежного компрессора // Территория «Нефтегаз». 2019; № 1(1-2): С. 12-18.
2. Данилишин А.М., Кожухов Ю.В. Алгоритм и примеры многопараметрической автоматизированной расчетной оптимизации компрессорных ступеней с осерадиальными рабочими колесами турбодетандерных агрегатов // Вестник международной академии холода. 2022; № 2. С. 27-34.
3. Слегтина В.А. Обзор и сравнение SCADA-систем // Вестник науки. 2022. №11(56). С. 183-187

#### УДК 661.939.4

### ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ И ПОДАЧИ КРИПТОНА ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ

Федоров А.В., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

fedorovav@bmstu.ru

Научный руководитель: Куприянов М.Ю., к.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Для использования высокочистого криптона важно не только получить требуемые параметры газа, но и обеспечить условия для их сохранения. Данная тема является актуальной в настоящее время, так как спрос на криптон высокой чистоты растет с каждым годом, и он может оказать значительное влияние на системы, в которых применяется в качестве рабочего тела.

Продукционный газ может быть загрязнен на следующих этапах: 1) закачка в тару; 2) хранение газа в таре; 3) перекачка продукта в систему потребителя. Исходя из того, что материалы и качество обработки поверхностей, которые находятся в контакте с чистым криптоном, могут быть различны, предположительно они оказывают воздействие на сохранение чистоты данного инертного газа. Рассматриваются следующие варианты материалов: 1) нержавеющая сталь; 2) углеродистая сталь; 3) легированная сталь; 4) алюминий, а также различные способы их термической обработки: 1) плазменное силицирование; 2) химическое травление; 3) электрополировка. Воздействие на состояние поверхности уменьшает ее шероховатость и, следовательно, геометрическую площадь поверхности, которая взаимодействует с чистым криптоном. Это позволяет снизить время подготовки поверхностей, так как на них адсорбируется меньше примесей. Существует несколько способов обработки: 1) нагрев с вакуумированием; 2) фотоактивация; 3) ультразвуковая десорбция; 4) электронная и ионная стимуляция. В экспериментальной части данной работы используется первый метод. [1]

Процессы, происходящие на границе чистый газ/поверхность могут быть: 1) проницаемость газа через стенки; 2) адсорбция/десорбция молекул газа; 3) объемная и поверхностная диффузия. В работе необходимо учитывать их возможное влияние.

Целью экспериментальной части работы было выявление зависимостей между параметрами подготовки емкостей и чистотой получаемого в них инертного газа.

Первый эксперимент проводился для легированных емкостей объемом 50 литров без обработки на уровне 1 ppm по примеси воды. Было подготовлено двадцать сосудов при температуре в 70 градусов Цельсия с продувкой сухим азотом в количестве пяти раз с различной длительностью вакуумирования: от 48 до 84 часов. Далее емкости были установлены на рампу под наполнение инертным газом чистотой 5.0. В дальнейшем анализ газа на воду, углеводороды и другие примеси даст представление о влиянии параметров подготовки на продукт, необходимости дальнейших экспериментов. Ожидается, что различие в показаниях между емкостями разной подготовки будет видно по содержанию азота и воды в продукционном газе.

Второй эксперимент планируется провести на уровне примесей воды в 20 ppm путем закачки воздуха в подготовленную тару из легированной и углеродистой стали без подготовки. При откачке тары планируется варьировать следующие параметры: 1) длительность вакуумирования системы; 2) наличие/отсутствие продувки сухим газом; 3) температура нагрева. Также будет оценено влияние длительности нахождения поверхности при атмосферном воздухе на ее характеристики при подготовке и закачке газом.

#### Список литературы

1. Справочник по вакуумной технике и технологиям / под ред. Д. Хоффман, Б. Сингха, Дж. Томас III. М: Техносфера, 2011. 736 с.

#### УДК 532.546.7

### РАЗРАБОТКА АДСОРБЕРОВ ДЛЯ БОРТОВЫХ СИСТЕМ АККУМУЛИРОВАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Шелякин И.Д., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

shelyakinlife@mail.ru

Научный руководитель: Казакова А.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Альтернативный и перспективный метод хранения природного газа (ПГ) в адсорбированном состоянии обладает рядом преимуществ:

- снижение давления хранения и транспортировки ПГ по сравнению с компримированным природным газом с сохранением удельной емкости хранения;
- снижение капитальных затрат на оборудование для реализации процесса сжатия ПГ, а также операционных затрат, в частности за счет экономии электроэнергии [1];
- рабочая область температур находится в холодильном диапазоне от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ , что выгодно отличает данный метод от сжиженного природного газа, требующего криогенных температур;
- повышенная пожаровзрывобезопасность за счет «связанного» состояния молекул в порах адсорбента (активного угля).

Одной из потенциальных областей применения данного метода является транспортный сектор. Грамотное использование вышеперечисленных преимуществ может позволить применить технологию адсорбированного природного газа (АПГ) для создания бортовых адсорберов-аккумуляторов ПГ как альтернативу газобаллонному оборудованию.

Однако наряду с вышеперечисленными преимуществами, выгодно выделяющими данный метод, имеются и следующие недостатки:

- увеличение массы системы за счет моноблочного адсорбента, используемого для повышения удельной емкости хранения ПГ [2];
- накопление примесей в виде тяжелых углеводородов C<sub>2</sub>+;
- тепловые эффекты адсорбции и десорбции, существенно снижающие энергоэффективность технологии АПГ.

В данной работе представлены решения, направленные на борьбу с вышеперечисленными недостатками АПГ-систем.

Для контроля процесса накопления примесей приведен пример рабочего цикла, позволяющего минимизировать общий уровень статических примесей в системе. Представлены два типа адсорберов алюминиевого исполнения (трубный и конформный тип), позволяющие осуществлять эффективные процессы терморегулирования, как при низкотемпературных циркуляционных заправках АПГ-систем, где агентом, снимающим теплоту адсорбции, является природный газ, так и при выдаче газа на двигатель транспортного средства. Алюминиевое исполнение, возможное за счет низкого давления эксплуатации АПГ систем, позволяет снизить массу адсорберов-аккумуляторов, а адаптивность секций адсорберов трубного типа и компактной «плоской» формы конформных баллонов обеспечивает эргономичность и удобство эксплуатации АПГ-систем. Наличие внутреннего оребрения в трубной и конформной конструкции в совокупности с циркулирующим теплоносителем по соответствующим каналам, позволяет осуществлять принудительный нагрев системы в процессе выдачи для борьбы с тепловыми эффектами десорбции, занижающими количество выдаваемого газа, который может быть полезно использован двигателем автомобиля.

По результатам моделирования процесса выдачи в программном комплексе ANSYS Fluent [3] для конформной конструкции при рабочем давлении порядка 80 бар была получена ориентировочная температура принудительного нагрева порядка -40°C, что позволяет дополнительно увеличить пробег транспортного средства до 50 км.

#### Список литературы

1. Стриженов Е.М., Жердев, А.А., Подчуфаров А.А. и др. Энергосберегающая многоступенчатая заправка адсорбционной системы аккумуляирования природного газа // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2015. № 11. С. 40–44.
2. Strizhenov E.M., Chugaev S.S., Men'shchikov I.E. et al. Experimental study of heat transfer in adsorbed natural gas storage system filled with microporous monolithic active carbon // J Phys: Conf Ser. 2021. V. 2116. pp. 1–4.
3. Шелякин И.Д., Моделирование процесса адсорбции в ANSYS Fluent // Студенческая научная весна: Всероссийская студенческая конференция: сборник тезисов докладов, (Москва, 01–30 апреля 2021 г.). Москва: Издательский дом "Научная библиотека", 2021. С. 23–25.

## СЕКЦИЯ «ТЕПЛОФИЗИКА»

УДК 532.529

### ПРОЦЕССЫ ПЕРЕНОСА ТЕПЛА В НАНОПЛЁНКАХ В ДВУМЕРНОМ И ТРЁХМЕРНОМ ПРИБЛИЖЕНИИ С УЧЁТОМ ШЕРОХОВАТОСТИ ГРАНИЦ (МОДЕЛЬ МГТУ)

Инь Ф., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

yinfeincepu@gmail.com

Чжэн Ц., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

zhengjiayue959@gmail.com

Научный руководитель: Хвесюк В.И., д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Нанотехнологии сегодня являются одним из основных направлений развития естественных наук и техники, давая важный импульс развитию многих областей, таких как энергетика, современные материалы, аэрокосмическая промышленность, микроэлектроника и биология. Для того чтобы лучше предсказывать и регулировать тепловые свойства наноматериалов или решать проблемы теплоотвода микроэлектронных устройств, необходимо исследовать законы переноса энергии и макроскопической теплопередачи в нано-масштабе.

В диэлектрических и типичных полупроводниковых материалах передача тепла происходит в основном через колебания решетки, которые могут быть преобразованы из вторичного квантования в генерацию, аннигиляцию и распространение фононов. В макроскопическом масштабе средний свободный пробег фононов намного меньше масштаба системы. В этой точке теплопередача происходит в соответствии с классическим законом теплопроводности Фурье.

Однако в наномасштабе размер структурной особенности сравним со средним свободным пробегом фононов. Часть фононов будет переходить непосредственно от одной границы к другой без внутреннего рассеяния, и этот процесс переноса тепла называется баллистическим переносом. В этом процессе закон теплопроводности Фурье уже не применим, и тепло будет передаваться баллистически-диффузионным образом, в котором преобладает баллистический перенос [1]. В данной работе рассматриваются процессы бал-листического переноса тепла в полупроводниковых наноплёнках, толщины которых значительно меньше, чем длины свободного пробега фононов внутри плёнки. Речь идёт о баллистическом переносе тепла в плёнке, когда длины свободного пробега фононов определяются их взаимодействиями с поверхностями плёнок. Учитывается наличие шероховатостей поверхности плёнки.

Чтобы однозначно установить влияние шероховатости на длины свободного пробега фононов, в данной работе отдельно рассматриваются баллистические режимы переноса тепла, как в поперечном, так и в продольном направлениях. Это значит, что изучаемый диапазон толщин  $h$  плёнок соответствует значениям параметра Кнудсена  $Kn_h = l_\infty / h \ll 1$ , а длины плёнок  $L$  – не менее  $Kn_L = l_\infty / L > 1$ . В рамках сформулированных приближений учитываются взаимодействия фононов только с шероховатыми поверхностями плёнок. Существующие в настоящее время экспериментальные данные [2], полученные для нанонитей, показывают, что

теплопроводность сильно зависит от высоты  $\sigma$  и длины  $l_r$  шероховатостей. Таким образом, в используемой нами модели неровности шероховатости характеризуются безразмерной величиной  $\sigma/l_r$ . Так как точное воспроизведение шероховатой поверхности невозможно, используется существующая статистическая модель шероховатости, развитая для анализа рассеяния упругих и электромагнитных волн [3]. Длины свободного пробега фононов в трехмерной нанопленке также получены с помощью двумерных проекций траекторий движения фононов в различных плоскостях.

Согласно расчетам, длины свободного пробега фононов в нанопленках немного больше толщины пленки. По мере увеличения толщины и длины пленки, длины свободного пробега фононов увеличиваются. Сравнивая двумерные нанопленки одинаковой толщины с трехмерными, можно установить, что длины свободного пробега фононов в трехмерных нанопленках немного больше, чем в двумерных.

#### Список литературы

1. Chen G. Nanoscale energy transport and conversion: A parallel treatment of electrons, molecules, phonons, and photons. Oxford, 2005. 531 p.
2. Lim J. et al. Quantifying Surface Roughness Effects on Phonon Transport in Silicon Nanowires // Nano Lett. 2012. V. 12, № 5, pp. 2475–2482.
3. Bass F.G., Fuks I.M. Wave scattering from statistically rough surfaces. New York: Pergamon Press, 1979. 527 p.

УДК 532.133; 544.773

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ И СУХОЙ ВОДЫ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ НАНОЧАСТИЦ ГАММА-ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Копытов И.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»  
ivankopytov437@gmail.com

Научный руководитель: Баринов А.А., к.т.н., ст.преподаватель  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

С развитием вычислительных и высокоэнергетических технологий возникает необходимость применения более эффективных охлаждающих систем и их теплоносителей. В качестве решения данной проблемы предлагается использование наножидкостей, полученных на основе оксидов металлических наночастиц с высоким коэффициентом теплопроводности [1]. При разработке подобных теплоносителей необходимо детально изучить влияние массовой концентрации нанопорошка и температуры полученной наносuspension на другие важные для проточных систем теплофизические параметры, такие как кинематическая вязкость.

В данной работе в качестве буферной жидкости использовалась диэлектрическая жидкость, представляющая собой смесь двух неразделимых изомеров с практически идентичными свойствами  $(CF_3)_2CFCF_2OCH_3$  (CAS-номер 163702-08-7) и  $CF_3CF_2CF_2CF_2OCH_3$  (CAS-номер 163702-07-6). Синтезирование наножидкостей реализовано с помощью двухстадийного метода с последующим диспергированием в ультразвуковой ванне с частотой 42 кГц. Был использован нанопорошок гамма-оксида алюминия с чистотой 99.995 % и средним диаметром частиц 15 нм. Масса нанопорошка измерялась на лабораторных весах со степенью точности 0.01 грамм. Обработка в

ультразвуковой ванне проводилась в течение часа при комнатной температуре 24.5 °С. Температура определялась лабораторным термометром ЛТ4. Для измерения кинематической вязкости применялся вискозиметр ВПЖ-2 ГОСТ 10028–81 с диаметром капилляра 0.54 мм. Для поддержания постоянства температуры был использован термостат. Оборудование было подобрано с опорой на предыдущие исследования [2].

Обработка полученных результатов реализована в программном комплексе MATLAB. Промоделированы время истечения наножидкости из вискозиметра и время охлаждения термостата. В ходе экспериментов были получены аппроксимирующие кривые кинематической вязкости  $\nu_{1,2}, \text{м}^2/\text{с}$  для, во-первых, сухой воды в диапазоне температур от 22.8 до 46.6 °С (1) и, во-вторых, для наножидкости на основе сухой воды с массовой концентрацией нанопорошка гамма-оксида алюминия 3.329 % в диапазоне температур от 28.3 до 47 °С (2).

$$\nu_1 = 9.666 \cdot 10^{-11} \cdot T^2 - 1.233 \cdot 10^{-8} \cdot T + 7.861 \cdot 10^{-7}; R^2 = 0.975 \quad (1)$$

$$\nu_2 = 5.932 \cdot 10^{-11} \cdot T^2 - 9.287 \cdot 10^{-8} \cdot T + 7.419 \cdot 10^{-7}; R^2 = 0.9759 \quad (2)$$

где  $T$ -температура °С,  $R^2$ -коэффициент достоверности аппроксимации.

#### Список литературы

1. Рудяк В.Я. Современное состояние исследований вязкости наножидкостей // Вестник НГУ. Серия: Физика. 2015. Т. 10, №. 1. С. 5-22.
2. Морозова М.А. Теплопроводность и вязкость наножидкостей: дис. ... канд. физ.-мат. наук: 01.04.14; Москва: ИТ СО РАН, 2019. 103 с.

#### УДК 532.529

### РАЗВИТИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РАСЧЕТА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР

Лю Ш., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

sxliu98@gmail.com

Научный руководитель: Баринов А.А., к.т.н., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Нанонити перспективны для широкого спектра применений благодаря своим уникальным и превосходным физическим свойствам, особенно в области микро- и нанoeлектроники, поэтому изучение теплофизических свойств нанонитей необходимо для прогнозирования тепловых режимов работы микроэлектронных устройств. Обширные исследования продемонстрировали особые теплофизические свойства нанонитей. В рамках данной работы выделяют и рассматривают несколько определяющих факторов, влияющих на теплофизические свойства наноструктур.

1. Эффект квантования состояний фононного газа (квантово-размерный эффект). Эксперименты Шваба [1] вызвали большой научный интерес к влиянию квантового размерного эффекта на теплопроводность. Одним из методов описания процессов переноса в фононном газе является модель упругого континуума, которая требует решение уравнения упругости для получения дисперсионных соотношений и, следовательно, таких свойств, как групповая скорость фононов, теплоемкость и теплопроводность. В данной работе получена фононная плотность состояний (DOS для кремниевых нитей, Si-Wire) из фононных дисперсионных соотношений в решетке,

модифицированных на основе численного решения уравнения для частот. Для нанонитей, меньших или равных 20 нм, учитывается квантовое ограничение, то есть используется DOS для Si-Wire. Для нанонитей больше 20 нм квантовый размерный эффект игнорируется, то есть используется DOS для Si-Bulk получена из первых принципов.

2. Размерный эффект. С точки зрения теплопереноса, когда характерный размер, т.е. диаметр нити, меньше длины свободного пробега фонона, то рассеяние на границе оказывает решающее влияние на теплопроводность. Это явление известно как размерный эффект. Макдональд [2] и др. вывели выражение F-функции, которое показывает, во сколько раз длина свободного пробега нити меньше, чем у объемного образца из-за размерного эффекта. В баллистическом ( $Kn \gg 1$ ) и диффузионно-баллистическом ( $Kn \sim 1$ ) режимах наблюдается значительное уменьшение длины свободного пробега фононов. Это приводит к снижению теплопроводности нанонитей.

3. Морфология поверхности. Поверхности нанонитей, приготовленных различными способами, имеют различную шероховатую морфологию, и экспериментально было показано [3], что морфология поверхности нанонитей также является важным фактором, влияющим на теплофизические свойства. Рассмотрение рассеяния фононов на шероховатой поверхности требует введения метода Казимира-Саймана-Сауффера. Для характеристики поверхности вводится параметр  $p$ , характеризующий долю фононов, зеркально/диффузно отраженных от поверхности, и среднеквадратичную шероховатость поверхности. Более реалистичная математическая модель получена путем привязки этого параметра к конкретному экспериментальному методу напыления.

Результаты показывают, что квантовый размерный эффект важен при низких температурах для нанонитей диаметром менее 20 нм. Разработан комплекс программ, позволяющий проводить оценку и прогнозирование теплопроводности нанонитей в зависимости от морфологии поверхности, оказывающей определяющее влияние на теплоперенос. Проведена валидация путем сравнения с экспериментальными данными по теплопроводности кремниевых нанонитей с диаметрами 37 нм, 56 нм и 115 нм в диапазоне температур от 100 до 350К. При этом использованные в расчете значения хорошо согласуются с технологическими характеристиками реальных поверхностей нитей.

#### Список литературы

1. Schwab K. et al. Measurement of the quantum of thermal conductance // Nature. 2000. V. 404, № 6781. pp. 974–977.
2. MacDonald D.K.C. Size effect variation of the electrical conductivity of metals // Proc. R. Soc. Lond. A. 1950. V. 203, № 1073. pp. 223–240.
3. Feser J.P. et al. Thermal conductivity of silicon nanowire arrays with controlled roughness // J. Appl. Phys. 2012. V. 112, № 11. pp. 114306.

#### УДК 533.6.08

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПУЛЬСАЦИОННЫХ И СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОТОКА ПРИ ПОМОЩИ ТЕРМОАНЕМОМЕТРА

Мирошников Я.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

qugelmeister@gmail.com

Научный руководитель: Семенёв П.А., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В интенсификации теплообмена в технических устройствах важную роль играет дополнительный вклад турбулентности в конвективный перенос теплоты. Получение



аналитических решений системы уравнений конвективного теплообмена с учётом турбулентных пульсаций в подавляющем большинстве задач невозможно. Для учёта влияния турбулентности на теплоотдачу необходимо применение эмпирических методов исследования потоков. Одним из наиболее чувствительных экспериментальных методов исследования потоков является термоанемометрия [1].

Исследовалось турбулентное течение воздуха в малой аэродинамической трубе. Экспериментально получены мгновенные значения скорости потока в точке при трёх частотах опроса датчика. Вычислены средняя скорость потока и средняя величина пульсаций скорости на оси выходного сопла трубы. Построены спектры кинетической энергии турбулентности. Проведено сравнение полученных спектров с аналитическими и полуэмпирическими оценками других авторов [2, 3].

Режим течения в рассматриваемой задаче соответствует турбулентному течению с числом Рейнольдса  $Re \sim 1,5 \cdot 10^6$ . (средняя скорость истечения 15,3 м/с). На полученных экспериментальных спектрах кинетической энергии турбулентности можно выделить инерционный интервал, который качественно соответствует теоретическому степенному закону «-5/3».

В силу особенностей термоанемометрического метода и его высокой чувствительности, перед каждым новым исследованием необходима индивидуальная тарировка датчика по скорости потока. Для получения аппроксимационных кривых используется либо степенная, либо полиномиальная зависимость напряжения на датчике от скорости потока.

Измерения проводились с помощью термоанемометрической системы Dantec, в т. ч. датчика 55P11, и программного комплекса StreamWare. Обработка массивов полученных данных производилась в программной среде MATLAB. Экспериментальные спектры турбулентности для трёх частот опроса датчика (80, 160, 240 кГц) были получены при помощи встроенного в MATLAB алгоритма быстрого преобразования Фурье (FFT). Проанализированы возможные источники помех при считывании и интерпретации экспериментальных данных, предложены способы их минимизации и устранения.

По результатам исследования было показано, что изменение частоты опроса не оказывает существенного влияния на экспериментальные спектры. Полученные спектры качественно воспроизводят особенности спектров, полученных в других экспериментальных и расчётных исследованиях.

Методика тарировки, получения осреднённых и пульсационных характеристик, а также построения спектральных зависимостей может быть использована при изучении турбулентных потоков и проектировании элементов энергоустановок.

#### Список литературы

1. Хинце И.О. Турбулентность. Её механизм и теория: / пер с английского. М.: Физматгиз, 1963. 680 с.
2. Гарбарук А.В. Современные подходы к моделированию турбулентности. СПб.: Изд-во Политехн. университета, 2016. 234 с.
3. Demarco, et al. Analysis of Thermal and Roughness Effects on the Turbulent Characteristics of Experimentally Simulated Boundary Layers in a Wind Tunnel. // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2022. V. 19, pp. 5134.

УДК 621.45.038.3

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ СТЕНОК МОДЕЛЬНОЙ ЖАРОВОЙ ТРУБЫ

Тотменина Е.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

2810totmenina@gmail.com

Научный руководитель: Французов М.С., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Жаровая труба (ЖТ) – важный конструктивный узел камеры сгорания газотурбинного двигателя (ГТД), который используется для локализации горения топлива и распределения воздуха в заданных пропорциях по отдельным ее зонам [1]. ЖТ подвергается циклическому воздействию высоких температур, поэтому рациональная организация системы охлаждения является одной из важных задач при проектировании ГТД.

Системы охлаждения позволяют увеличить конвективный отвод тепла к обтекающему воздуху, а также создать на внутренней поверхности ЖТ охлаждающую завесу, которая предотвращает нагрев стенок от конвективного потока горячих газов [2]. Системы охлаждения подразделяются на конвективные, пленочные и конвективно-пленочные. В конструкции жаровых труб современных летательных аппаратов пленочная системы получила широкое распространение.

В данной работе проведено трехмерное численное исследование газодинамических и теплообменных процессов с учетом вязкости газа в модельном полноразмерном ГТД при максимальном режиме работы со скоростью вращения  $\omega$  равной 120 000 об/мин.

Также проведено исследование влияния на газодинамическую картину течения математических моделей горения воздушно-керосиновой смеси. Производилась оценка следующих моделей: модель диссипации вихря, модель тонкого фронта пламени и модель конечно-скоростной химии. При валидации полученных данных модель тонкого фронта пламени показала наилучшие результаты, так как моделировались следующие физические процессы: протекание прямых и обратных химических реакций, взаимодействие турбулентности и фронта пламени. Кроме того, использовался подробный механизм реакции с учетом быстрореагирующих нестабильных компонентов. Количество реакций составило 2613, а количество компонентов – 121.

Эффективность системы охлаждения оценивалась по градиенту температуры на внешней и внутренней стеках ЖТ, а также по толщине охлаждающей завесы. Наибольший градиент температуры возникал в зоне застоя продуктов сгорания – на конце жаровой трубы.

На основе полученных данных был проведен анализ температурного состояния стенок ЖТ и предложены меры по модификации геометрии, которая, во-первых, обеспечит возникновение вблизи наиболее теплонапряженных участков оптимальной толщины охлаждающей завесы, а во-вторых, повысит роль конвективного теплосъема.

### Список литературы

1. Лефевр А. Процессы в камерах сгорания ГТД / пер. с англ. М.: Мир, 1986. 566 с.
2. Иноземцев А.А., Сандрацкий В.Л. Газотурбинные двигатели. Пермь: Изд-во ОАО «Авиадвигатель», 2006. 1204 с.

**СЕКЦИЯ «ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ И УСТАНОВКИ»****УДК 621.039.546****ВЛИЯНИЕ НА ПРОЧНОСТЬ ОПОРНОЙ РЕШЕТКИ ТВС ВВЭР-1000 ФОРМЫ ПРОЛИВНЫХ ОТВЕРСТИЙ**

Банникова В.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

kavekodi@ro.ru

Научный руководитель: Сатин А.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Уже достаточно давно ведется опытная эксплуатация альтернативных ТВС (ТВСА) на установках с реакторами ВВЭР-1000 [1]. При этом конструкция элементов кассет на протяжении всего срока эксплуатации реактора подвергается изменениям, которые определяются двумя основными факторами: 1) требованиями, вытекающими из эксплуатации (повышение надежности элементов, улучшение нейтронно-физических, прочностных и гидравлических характеристик); 2) требованиями, вытекающими из аспектов изготовления (технологичность, снижение себестоимости изготовления). В связи с последним фактором для снижения трудозатрат на изготовление опорной решетки ТВСА рассматриваются различные формы проливных отверстий.

Целью данной работы является проведение анализа влияния изменений формы проливных отверстий в опорной решетке на прочностные характеристики ТВСА с использованием программного средства APM Structure3D [2].

Варианты исполнения опорных решеток для ТВСА ВВЭР-1000 принципиально различаются формой проливных отверстий. Рассмотрено два различных исполнения: гантелеобразные отверстия и лепесткообразные отверстия. Размеры отверстий и пазов в решетках с разными исполнениями были подобраны исходя из обеспечения равных площадей проходного сечения для теплоносителя. Использовались данные граничные условия и допущения: 1) В качестве нагрузки задавались силы, распределенные по площади поверхности опорной решетки, соответствующие нагрузке на решетку от веса твэлов и пружинного блока; 2) Закрепление осуществляется по периметру, кроме участков, находящихся под уголками; 3) Местными потерями давления за счет прохождения теплоносителя через опорную решетку пренебрегаем; 4) Перепад давления теплоносителя не учитывается; 5) Вес столба жидкости скомпенсирован пружинным блоком, кассета не всплывает;

Результатами прочностного расчета являются значения максимальных напряжений и максимальных линейных перемещений для различных исполнений опорных решеток. Прогиб решеток с гантелеобразными и лепесткообразными проливными отверстиями составил соответственно 0,09 и 0,06 мм соответственно. Максимальные эквивалентными напряжения в опасных сечениях для решеток с гантелеобразными и лепесткообразными проливными отверстиями составили 103,6 и 61,0 МПа соответственно.

Результаты исследования показали, что прочность обеспечена в обоих случаях и возможно использование обоих вариантов изготовления [3].

**Список литературы**

1. Шмелев В.Д., Драгунов Ю.Г., Денисов В.П., Васильченко И.Н., Активные зоны для ВВЭР для атомных электростанций. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004, 220 с.: ил.

2. ARMFEM. Система прочностного анализа для КОМПАС-3D. Версия для КОМПАС-3Dv22. Руководство Пользователя. Научно-технический центр «АПМ». URL: <https://apm.ru/downloads/188/APM-FEM-2022.pdf> (Дата обращения 11.04.2023)
3. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок, ПНАЭ Г-7-002-86, Москва, Энергоатомиздат, 1989. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200037730> (Дата обращения 11.04.2023)

### УДК 621.039

### АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ ЖЕЛЕЗО-БЕТОННОГО КОРПУСА БРЕСТ-ОД-300

Жарков С.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

[stepanzharkov@gmail.com](mailto:stepanzharkov@gmail.com)

Научный руководитель: Сатин А.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В настоящее время обоснование прочности крупногабаритных конструкций, по типу корпусов реакторов, на этапе проектирования фактически невозможно без использования цифровых двойников таких конструкций и программных комплексов прочностного расчета.

В рамках данной работы была создана трехмерная модель железобетонного корпуса реакторного блока БРЕСТ-ОД-300 [1]. Рассматривалось влияние тепловых потоков на прочность жаропрочного бетона №1. Закрепление производилось по всем внешним граням конструкции. Учитывалось неравномерное распределение температурного поля в центральной полости реактора и периферийных полостях (в том числе различие температур в полостях парогенераторов и главных циркуляционных насосных агрегатов). Поскольку на данном этапе требовалось рассчитать именно температурное влияние на прочность конструкции, внешние нагрузки не были приложены.

Расчет производился в программном комплексе ANSYS Mechanical APDL 2023 [2]. Итоговая расчетная модель содержала 38840 элементов типа SOLID187 и 58329 узлов. Проведен тепловой расчет, в результате которого получены температурные поля в конструкции, затем получены распределения вторых приведенных напряжений (эквивалент в ANSYS Mechanical APDL 2023) и перемещений конструкции.

В результате прочностного анализа была подтверждена работоспособность бетона №1 железобетонного корпуса БРЕСТ-ОД-300, были выявлены самые напряженные области (ребра центральной полости реактора). Кроме того исследование дает представление о влиянии высоких температур на жаропрочные бетоны для последующего использования при создании новых конструкций для реакторов подобного типа.

#### Список литературы

1. Heavy Liquid-Metal Coolants in Nuclear Technologies (HLMC-2018) // Book of Abstracts of the Fifth Conference. SSC RF-IPPE. (Obninsk, , October 8–10, 2018) Obninsk: SSC RF – IPPE, 2018. 155 p.
2. Каплун А.Б, Морозов Е.М., Олферьева М.А. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство. М.: Едиториал УРСС, 2003. 272с.

УДК 621.039.543

## АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ НИЖНЕЙ РЕШЕТКИ ТВС ВВЭР-С ПРИ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Кольцова К.М., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана

kolesnikovakseniya2000@gmail.com

Научный руководитель: Сатин А.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Нижняя решетка является составной частью нижней опорной конструкции ТВС, служащей опорой для пучка твэлов и направляющих каналов ПС СУЗ и состоящей из нижней решетки, ребер и хвостовика. Хвостовик соединен с нижней решеткой посредством шести уголков, перфорированными отверстиями диаметром 5 мм и приваренными к шестигранной обечайке корпуса хвостовика. Нижняя решетка опирается на шесть опорных ребер, расходящихся радиально от центра под углом 60°.

Опорная решетка выполнена из нержавеющей коррозионностойкой стали аустенитного класса 12Х18Н10Т. Она представляет собой плиту толщиной 16 мм, которая имеет отверстия под крепления твэлов (312 шт), направляющих каналов (24 шт) и сквозные пазы для протока теплоносителя в межтвэльное пространство пучка твэлов и твэгов.

В работе были приняты следующие допущения: закрепление произведено по периметру решетки; давление, действующее на решетку, было принято равномерно распределённым по ее поверхности.

В ходе исследования были рассмотрены два случая конструктивного исполнения проливных отверстий в решетке – лепестковые и круглые. Решетка была нагружена давлением 1,27 МПа. В результате расчетов были получены прогибы 129 и 52 мкм соответственно. Для обоих случаев условие прочности выполнено.

Расчет проведен в программном комплексе ANSYS Mechanical APDL. Были построены трехмерные модели решеток, выполнено их закрепление, нагружение и дальнейший анализ результатов.

Результаты работы показали, что прочностные свойства не являются определяющими при выборе решёток с определёнными конфигурациями проливных отверстий. Оба варианта являются приемлемыми с точки зрения прочности, однако с точки зрения гидравлики, предпочтительнее решетки с лепестковыми проливными отверстиями, поскольку в данном случае обеспечивается равномерность подогрева теплоносителя и расхода. [1,2]

### Список литературы

1. Резепов В.К., Денисов В.П., Кирилук Н.А., Драгунов Ю.Г., Рыжов С.Б. Реакторы ВВЭР-1000 для атомных электростанций. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. 333 с.
2. ANSYS Mechanical User's Guide. Release 17.0. ANSYS, Inc. 2016. 1832 p. URL: <https://pdfslide.net/documents/ansys-mechanical-user-guide.html?page=1> (Accessed 11.04.2023)

**УДК 621.039****АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ КОРПУСА РЕАКТОРА РИТМ-200**

Ладнюк О.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

ladnukolesa@gmail.com

Научный руководитель: Сатин А.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Цифровые двойники объектов позволяют не только прогнозировать поведение принципиально новых конструкций, но и более детально рассматривать уже имеющиеся. Они обеспечивают реализацию экспериментов, невозможных в натуральных условиях, которые могут отрицательно сказываться на безопасности реакторной установки, либо быть неосуществимы из-за больших размеров измерительного оборудования (датчиков). Цель работы — построение цифровой модели корпуса реактора РИТМ-200, которая позволит выполнить предварительный анализ прочности конструкции.

Создавалась трехмерная модель в программном комплексе КОМПАС-3D с последующей передачей в ANSYS Workbench v 17.2.

Для проведения расчёта был принят ряд допущений:

1) Не учитывалось изменение механических свойств материалов реактора под облучением;

2) Расчёт проводился только при воздействии внутреннего давления;

3) Закрепление реактора осуществлялось путём запрета всех перемещений;

4) Рассматривалась половина корпуса реактора с целью упрощения расчёта.

Закрепление конструкции осуществлялось только по нижней части четырёх лап, служащих для крепления парогенерирующего блока на опорном кольце бака металловодной защиты. На внутреннюю поверхность корпуса было приложено давление 20 МПа.

Было проведено исследование корпуса на прочность, которое доказало работоспособность конструкции и возможность использования данной модели при проведении расчетов, а также выявило слабые места, с точки зрения прочности, в конструкции корпуса, которые необходимо изменить.

#### Список литературы

1. Нормы расчёта на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (ПНАЭ Г-7-002-86). М.: Энергоатомиздат, 1989. 525 с.
2. Драгунов Ю.Г., Зубченко А.С., Каширский Ю.В. и др. Марочник сталей и сплавов. М.: 2014. 1216 с.: ил.
3. Зверев Д.Л. и др. Реакторная установка нового поколения РИТМ-200 для перспективного атомного ледокола. // Атомная энергия. 2012. Т. 113. № 6. С. 323-328

**УДК 621.039****ВЛИЯНИЕ МЕТОДА МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЕДИНЕНИЯ ЯЧЕЕК ДИСТАНЦИОНИРУЮЩЕЙ РЕШЕТКИ НА ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ**

Щетинин А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

akim.akim267@gmail.com

Научный руководитель: Сатин А.А., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

При обоснование работоспособности активных зон необходимо полномасштабное моделирование с минимальной степенью упрощения. Это возможно, только при

предварительном анализе погрешностей, которые вносят такие упрощения. В частности, серьезными упрощениями подвергают модели дистанционирующей решетки (ДР) тепловыделяющей сборки (ТВС) [1]. В настоящей работе рассматривается вопрос возможности упрощения модели ДР ТВС реактора ВВЭР 1000 с оценкой погрешности результатов расчета в программе Ansys 17.2 [2].

Были рассмотрены следующие упрощенные модели: 1) модель с контактными парами ячейка – ячейка типа «bonded» по контактирующим поверхностям, что в физическом понимании подразумевает сварку по всей контактирующей боковой поверхности ячеек или изготовление ДР из цельного листа прошиванием, т.е. ячейки рассматриваются, как одна цельная деталь; 2) модель с контактными парами ячейка – ячейка типа «bonded» по контактирующим граням, что подразумевает сварку ячеек между собой по граням; 3) модель со сваркой ячеек по точкам с помощью встроенной функции Ansys «spotweld», но без контактных пар между ячейками; 4) Модель в которой все ячейки жестко фиксируются в местах сварных точек с помощью функции «Fixedsupport»

Было произведено два типа расчетов моделей исходной (наиболее физичной) и четырех других с различными видами упрощений: в первом прикладывалась сила к центральному тепловыделяющему элементу (твэлу), во втором было задано перемещение центрального канала с целью исследования допустимых пределов использования упрощенных моделей.

Первый тип расчета проводился в несколько этапов, в каждом из которых сила, приложенная к торцевой поверхности центрального твэла возрастала от значений десятых долей ньютона, до 105 Н. Такой тип расчета позволяет оценить погрешности расчета упрощенных моделей в разных диапазонах нагрузок.

Во втором типе расчета к центральному твэлу прикладывалась не сила, а перемещение. В качестве результата расчета рассматривалось перемещение точек не центральной ячейки, а рядом с ней стоящей.

Результаты исследования показали, что наиболее эффективным способом упрощения является моделирование соединения только по сварным точкам, что существенно сокращает время расчета программы, при этом дает небольшую ошибку.

#### Список литературы

1. Шмелев В.Д., Драгунов Ю.Г., Денисов В.П., Васильченко И.Н. Активные зоны ВВЭР для атомных станций. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. 220с.: ил.
2. Каплун А.Б, Морозов Е.М., Олферьева М. А., ANSYS в руках инженера: Практическое руководство. М.: Едиториал УРСС, 2003. 272с.

#### УДК 621

### ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЛОВА В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ДЛЯ БЫСТРЫХ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

Щербаков А.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

a1407n@mail.ru

Научный руководитель: Перевезенцев В.В., профессор, д.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В работе сравниваются различные характеристики натрия, свинца и олова, важные для теплоносителя реактора на быстрых нейтронах.

Олово с естественным содержанием изотопов обладает большим сечением радиационного захвата нейтронов. Снижение доли  $\text{Sn}^{118}$  в теплоносителе позволит уменьшить поглощение нейтронов. Собственная активность теплоносителя обеспечивается в основном изотопом  $\text{Sn}^{113}$ , получающимся в результате реакции  $n, \gamma$  на изотопе  $\text{Sn}^{112}$ . Очистка теплоносителя от  $\text{Sn}^{112}$  позволит существенно снизить собственную активность оловянного теплоносителя.

Коррозионный механизм олова заключается в образовании интерметаллидных соединений  $\text{FeSn}$  и  $\text{FeSn}_2$  в случае сталей и  $\text{NiSn}$  для никелевых сплавов [1]. Использование хрома и молибдена в составе конструкционных материалов снижает интенсивность коррозии. Оксидная пленка толщиной 1 мкм не способна предотвратить коррозию. Исходя из этого, предложено использование сталей и сплавов с повышенным содержанием хрома либо плакирование поверхностей конструкционных материалов хромом.

В сравнении со свинцом, олово имеет меньшую температуру плавления [2], что позволяет иметь больший перепад температур на входе-выходе из активной зоны, снижая тем самым объемный расход теплоносителя и затраты на прокачку. Кроме того, это снижает количество тепла, необходимого на разогрев и плавление теплоносителя, позволяет проводить работы с остановленным реактором при меньших температурах. Олово нетоксично, обладает большей теплоемкостью и теплопроводностью, в олове не нарабатываются долгоживущие изотопы. В сравнении с натрием, олово химически менее активно, обладает высокой температурой кипения и на порядки меньшей собственной активностью теплоносителя, что упрощает работу с реактором во время остановов. К недостаткам олова можно отнести высокую стоимость, необходимость изотопной очистки для достижения приемлемых нейтронно-физических показателей, меньшую изученность в сравнении с другими теплоносителями. Данные недостатки возможно нивелировать снижением объема теплоносителя в активной зоне и контуре циркуляции ядерного реактора, либо, в случае удовлетворительных свойств оловянного теплоносителя на конец эксплуатации, повторно использовать в другом реакторе.

#### Список литературы

1. Kondo M., Yukihiro M., Kitamura Y. et al. Corrosion of reduced activation ferritic martensitic steel jlf-1 in purified flinak at static and flowing conditions // Fusion engineering and design. 2022. pp. 1430-1436
2. Боришанский В.М., Кутателадзе С.С., Новиков И.И., Федьинский О.С. Жидкометаллические теплоносители / 2-е изд., перераб. и доп. М. : Атомиздат, 1967. 299 с. : ил.



**СЕКЦИЯ «ПЛАЗМЕННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ»****УДК 621.039.647****ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ДИАМЕТРА ТРУБКИ КАЛОРИМЕТРА ИНЖЕКТОРА МОЩНОГО ПУЧКА**

Бочарова Е.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

katerinsadn@gmail.com

Научный руководитель: Вуколов К.Ю., д.ф.-м.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Инжектор нейтрального пучка – система, используемая для нагрева и поддержки тока в термоядерных установках с помощью инъекции быстрых атомов водорода и его изотопов. При попадании в плазму частицы ионизируются и, по мере термализации, передают энергию ионам и электронам [1].

Калориметр (приемник нейтрального пучка) имеет V-образную форму. Плоскость симметрии его раствора совпадает с одной из плоскостей симметрии пучка. Каждая панель представляет из себя набор CuCrZr трубок, расположенных в два ряда таким образом, чтобы задние трубки перекрывали зазор между передними. В закрытом состоянии они принимают пучок, что позволяет проводить его диагностику. При работе инжектора на плазму токамака калориметр открывается.

Данная работа посвящена разработке алгоритма выбора оптимального диаметра трубки калориметра инжектора мощного пучка. Алгоритм расчета был верифицирован на известных данных для ИТЭР и в дальнейшем будет применен для проектирования калориметра инжектора Т-15МД.

Исследование проводилось для трубок с внутренним диаметром  $D_i$  равным 12 мм, 14 мм, 16 мм, 20 мм, 24 мм и 28 мм и толщиной стенок 2 мм. Размер панели составляет 0,7 м x 1,2 м. Для турбулизации потока внутри устанавливается шнековый интенсификатор толщиной 1 мм и шагом  $\pi \cdot D_i$ . Вода подается при температуре 80 С и давлении 0,7 МПа.

Критическая плотность мощности – величина, при которой в трубке возникает пленочное кипение, что недопустимо, так как это приводит к резкому ухудшению характеристик теплообмена. Она зависит от геометрии трубки и расхода воды, который подбирался таким образом, чтобы пришедшая максимальная плотность мощности была меньше критической в  $K$  раз ( $K$  – коэффициент запаса и равен от 1 до 2).

Оба ряда трубок соединены последовательно через коллектор. Вода снимает мощность в первой трубке, перемешивается в коллекторе и, затем, попадает в заднюю, где достигает максимальной температуры. Требуется, чтобы она была меньше температуры кипения как минимум на 50 С. Для этого была проанализирована максимальная мощность, приходящая на пару трубок и выяснено, что приведенный критерий обеспечивается для всех рассматриваемых диаметров.

Нагрев трубки до температуры выше 350 С может приводить к старению – изменению свойств металла. Также, термоциклические нагрузки приводят к накоплению усталости появлению дефектных зон и дальнейшему развитию микротрещин. Используя усталостные модели Коффина-Мэнсона и Басквина для максимальной плотности мощности равной 7,41 МВт/м<sup>2</sup>, были получены значения температурных напряжений, показывающих, что оба критерия не достигают критических значений для найденного ранее расхода воды.

Полная мощность, приходящая на калориметр, влияет на итоговую объемную температуру. Она часто ограничена возможностями системы охлаждения. Для расчета максимальная выходная температура была принята 100 С, а полная мощность – 1,35 МВт. Для всех диаметров, кроме  $D_i = 12 \div 14$  мм при  $K = 1$ , этот пункт оказался выполненным.

Помимо характеристик пучка, необходимо учитывать возможности системы охлаждения, так как она задает ограничения по общему расходу воды. Для расчета он был принят равным 100 л/с. Так как трубки перекрывают друг друга, в зависимости от величины перекрытия изменяется их количество на панели. Например, для диаметра 12 мм с перекрытием 2 мм требуется 105 трубок, а с перекрытием 6 мм – 312. Данный пункт требует более подробного анализа при непосредственном проектировании калориметра, так как выбор значения зависит от возможностей производства и монтажа.

В результате работы была получена область допустимых рабочих режимов калориметра, ограниченная сверху максимальным расходом воды, зависящим от системы охлаждения, а снизу минимальным расходом для снятия критической плотности мощности (для всего диапазона  $K$ ) и обеспечения требуемой температуры на выходе из калориметра (для  $D_i = 12 \div 14$  мм при  $K = 1$ ). Был сделан вывод, что для калориметра при рассматриваемом профиле мощности максимальная плотность мощности оказывает большее влияние на систему, чем полная.

Следует отметить, что увеличение коэффициента запаса значительно уменьшает область допустимых режимов работы калориметра. При  $K = 2$  критическая плотность мощности значительно возрастает, что ограничивает возможность использование трубок диаметром более 23 мм.

Трубки меньшего диаметра являются наиболее эффективными, так как они обеспечивают снятие всей приходящей мощности и требуют наименьший расход. Предварительно, наиболее оптимальными признаны трубки с внутренними диаметрами 14 мм и 16 мм.

#### Список литературы

1. Семашко Н.Н., Владимиров А.Н., Кузнецов В.В. и др. Инжекторы быстрых атомов водорода. М.: Энергоиздат, 1981. 168 с.

#### УДК 533.924

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ $Al/MgF_2$ ЗЕРКАЛ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВУФ ИЗЛУЧЕНИЯ

Пасынкова Д.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

dayarasynkova1503@yandex.ru

Научный руководитель: Телех В.Д., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Зеркала  $Al/MgF_2$  нашли своё применение в телескопах «Хаббл» и Т-170М (проект «Спектр-УФ»), цель которых изучить космическое пространство в УФ диапазоне спектра. При работе вне земной атмосферы зеркала взаимодействуют с высокоэнергетичными фотонами. Такое длительное взаимодействие приводит к ухудшению отражательных характеристик и гладкости покрытия, поэтому необходимо заранее определить стойкость покрытия к воздействию высокоэнергетичных фотонов.

В данной работе зеркала  $Al/MgF_2$  облучались излучением плазмодинамического разряда типа магнитоплазменный компрессор в различных газах, тем самым, моделируя

взаимодействие поверхности зеркал с излучением разных спектральных диапазонов. Уникальность магнетоплазменного компрессора в качестве источника излучения [1-3] заключается в том, что он является широкополосным высокояркостным квазисферическим источником излучения. Учитывая коэффициент дилуции, свойство квазисферичности источника позволяет определить плотность энергии излучения, приходящей на образец. Максимальная плотность энергии излучения составила около  $100 \text{ мДж/см}^2$ . Образцами для исследования являлись подложки из ситалла ( $40 \times 15 \text{ мм}$ ), с нанесёнными на них покрытиями Al (100 нм)/MgF<sub>2</sub> (30 нм).

После облучения проводились исследования свойств образцов. Отражательная способность измерялась на спектрофотометре Cary 7000 с приставкой Agilent Cary Universal Measurement Accessory. Шероховатость была изучена, используя НаноЛабораторию ИНТЕГРА. Глубина трещин была измерена на микронанопрофилометре.

В первую очередь, облучение было проведено на воздухе. Изменяя газ, в котором производится облучение, происходит регулировка спектра излучения, приходящего на образец. Так в воздухе на образец попадают фотоны с энергией до 6 эВ. В результате наблюдалось незначительное ухудшение отражательной способности образца (с 82 % до 81 %), а также на поверхности были обнаружены небольшие трещины. Шероховатость образца изменилась на 0,3 нм.

Второе облучение производилось в аргоне. Энергия фотонов, приходящих на образец, достигает 15 эВ. Отражательная способность падала значительней (с 82 % до 40 %) с небольшим изменением формы кривой в коротковолновой части спектра. Такое изменение свидетельствует об уменьшении толщины покрытия и об испарении слоя MgF<sub>2</sub>, по причине которого на алюминии образовался слой оксида, не пропускающий длины волн короче 200 нм. Помимо этого, фотоны с высокими энергиями начинают поглощаться покрытием, тем самым, покрытие начинает нагреваться, а по охлаждению трескаться. Глубина трещин достигала 55 нм. Шероховатость образца после облучения доходила до 19,5 нм.

Третья среда, в которой производилось облучение – неон. На образец попадают фотоны с энергией до 21 эВ, тем самым, большая часть высокоэнергетичных фотонов поглощается покрытием. Al/MgF<sub>2</sub> полностью испаряется, отражательная способность образца падает до 3 % на всей области спектра. Поверхность подложки состоит из множества глубоких трещин (до 200 нм).

Исследование выполнено на уникальной научной установке (УНУ) «Пучок-М» МГТУ им. Н.Э. Баумана при финансовой поддержке РФФИ и Госкорпорации «Росатом» в рамках научного проекта № 20-21-00087.

#### Список литературы

1. Kozlov N.P., Protasov Yu.S. On the mechanism of a plasma focus formation in an ablation type magnetoplasma compressor // *Phys. Lett. A*. 1978. V. 67. pp. 191-193.
2. Kuzenov V.V., Ryzhkov S.V. The Qualitative and Quantitative Study of Radiation Sources with a Model Configuration of the Electrode System // *Symmetry*. 2021. V. 13. I. 6. pp. 927.
3. Pavlov A.V., Shchepanyuk T.S., Skriabin A.S., Telekh V.D. Gas Dynamics Processes above the Polymers Surface under Irradiation with Broadband High-Brightness Radiation in the Vacuum Ultraviolet Spectrum Region // *Polymers*. 2022. V. 14. pp. 3940.

УДК 621.455.32

## ВЛИЯНИЕ МАТЕРИАЛА РАБОЧЕГО ТЕЛА НА ТЯГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МИКРО-АИПД

Подлосинская А.П., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

apodlosinskaya@yandex.ru

Научный руководитель: Телех В.Д., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В последние несколько лет малые космические аппараты (МКА) формата *CubeSat* приобретают все большую популярность, поскольку позволяют решать широкий спектр актуальных задач. Такие МКА производятся без стандартной двигательной установки (ДУ), которая могла бы позволить расширить функционал спутников и повысить спрос на их использование [1].

Одним из возможных двигателей может стать абляционный импульсный плазменный микродвигатель (микро-АИПД) [2]. Принцип работы данного двигателя заключается в следующем: между катодом и анодом поджигается сильноточный импульсный разряд, который нагревает поверхность рабочего тела. Оно испаряется, ионизируется и ускоряется электромагнитными силами. Таким образом, создается тяга. Данный двигатель достаточно простой, малогабаритный и дешевый, что идеально для использования на платформе *CubeSat*.

В подавляющем большинстве случаев в микро-АИПД используют в качестве рабочего тела фторопласт-4 [3], также есть примеры двигателей на полиацетале. Для классического материала рабочего тела (фторопласта-4) характерны несколько проблем: 1) послепарение, т.е. после прекращения основного разряда летит испаренный не ионизованный материал рабочего тела, что снижает эффективность двигателя; 2) науглероживание поверхности рабочего тела, что связано с тем, что углерод в составе фторопласта оседает на поверхности рабочего тела в виде пленки, которая проводит ток, что может приводить к короткому замыканию электродов и выводу из строя самого двигателя.

В связи с этим актуальной является задача поиска альтернативного рабочего тела, которое не имело бы данных недостатков. Таким образом, целью работы являлось экспериментальное определение тяговых характеристик микро-АИПД с разными рабочими телами с целью поиска альтернативного материала.

Новый материал должен иметь следующие свойства: большая плотность для уменьшения объема рабочего тела, чтобы поместить его в КА, низкая температуропроводность, чтобы тепло не уходило внутрь рабочего тела, а также наличие в составе материала элементов, которые могли бы образовывать летучие соединения с углеродом, тем самым унося его с поверхности рабочего тела.

Исходя из предъявленных требований, были исследованы следующие материалы: полиформальдегид (ПОМ-Н, ПОМ-С), капролон, органическое стекло, поликарбонат, полиэтилен, поливинилхлорид, полипропилен, полиуретан.

Эффективность рабочего тела определяли по измеренному импульсу силы. Для проведения измерений был собран экспериментальный стенд, включающий макет микро-АИПД, баллистический маятник, расположенный напротив выхода из ускорительного канала, осциллограф. Испытания проводились в вакуумной камере, внутри которой поддерживалось рабочее давление паров остаточного газа  $10^{-3}$  Па. Кроме того, в состав стенда входили: система электропитания, контроля и управления, инициирования разряда, а также дополнительное и вспомогательное оборудование.

Для каждого из рабочих тел было произведено 50 разрядов (суммарно) при различных напряжениях (1 кВ, 1,25 кВ, 1,5 кВ, 1,75 кВ, 2 кВ), в ходе которых фиксировались осциллограммы тока и напряжения, а также отклонения баллистического маятника.

По полученным данным был произведен расчет импульса силы, произведено усреднение и построена зависимость импульса силы от напряжения разряда для каждого из рабочих тел.

Из данной зависимости были сделаны следующие выводы: фторопласт-4 показывает наименьшее значение импульса силы по сравнению с другими рабочими телами; ПОМ-Н показывает лучший импульс силы, чем ПОМ-С, что может быть объяснено разницей в энергии связи, в связи с чем, ПОМ-Н легче аблирует; остальные рабочие тела демонстрируют примерно равное значение импульса силы в пределах погрешности эксперимента; при напряжениях 1 кВ и 1,25 кВ все рабочие тела имеют равную эффективность; при напряжении 2 кВ наилучшее значение импульса силы демонстрируют полипропилен, ПОМ-Н и поликарбонат, что делает их перспективными для дальнейших исследований.

Работа выполнена на уникальной научной установке (УНУ) «Пучок-М» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

#### Список литературы

1. Шумейко А.И., Пашаев А.Д., Телех В.Д. Определение минимального размера малого космического аппарата стандарта CubeSat для возможности использования современных двигательных установок // Сборник тезисов XLVI Академические чтения по космонавтике посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. Т. 1. С. 269–272.
2. Федорова Д.К., Егошин Д.А., Телех В.Д., Федорова Д.К. К определению оптимального режима работы абляционного импульсного плазменного двигателя в области малых энергий // Сборник тезисов XLVI Академические чтения по космонавтике посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. Т. 1. С. 292–294.
3. Чебыкин Е.О., Телех В.Д., Подлосинская А.П., Федорова Д.К. Исследование испарения фторопласта излучением различного спектрального состава // Сборник тезисов XLVI Академические чтения по космонавтике посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства. Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. Т. 1. С. 300–303.

УДК 664.8.039.5

## АНТИГРИБКОВАЯ ОБРАБОТКА УПАКОВАННЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗЛУЧЕНИЕМ ИМПУЛЬСНОЙ ЛАМПЫ

Полевой Д.Е., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

polevojdanil@gmail.com

Федоров А.Д., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Научный руководитель: Камруков А.С., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Актуальной задачей современной пищевой промышленности, включая производство хлебобулочных изделий, является увеличение сроков хранения пищевых продуктов без создания специальных условий хранения. В технологии хлебобулочных изделий проблемой, определяющей сроки хранения и продуктивную безопасность, является плесневение. В связи с этим необходима антигрибковая обработка готовых пищевых продуктов и упаковки. Среди новых физических (нетермических и безреагентных) методов потенциальный интерес представляют методы, основанные на использовании ультрафиолетового (УФ) излучения [1-3].

Целью настоящих исследований являлась оценка эффективности широкополосного оптического излучения импульсной ксеноновой лампы в отношении антигрибковой обработки хлебобулочных изделий в герметичной полимерной упаковке и возможности увеличения сроков их хранения.

Объектом исследований служили образцы хлебобулочных изделий пяти типов, общее количество изделий составило 200 единиц (по 40 образцов каждого типа). Образцы изделия №1 (хлеб без глютена), изделия №2 (кексы), изделия №3 (хлеб подовый темный, вид 1) и изделия №4 (хлеб подовый темный, вид 2) герметично упакованы в полипропиленовую двухосно-ориентированную плёнку (код 5PP) толщиной 48 мкм, а образцы изделия №5 (хлеб подовый темный, вид 3) - в многослойную пленку толщиной 70 мкм (код 7other). В спектральной области  $\lambda \approx 265 \pm 10$  нм применяемые для упаковки пленки имели прозрачность 70...80%, коротковолновая граница пропускания лежала в диапазоне длин волн  $\lambda_{гр} \approx 200 \dots 230$  нм. Такие характеристики упаковочных материалов потенциально допускали УФ обработку пищевых продуктов непосредственно в упаковке.

Эксперименты по антигрибковой обработке хлебобулочных изделий проводились на установке, представляющей из себя прямоугольную камеру с размерами  $D \times Ш \times В = 210 \times 575 \times 300$  мм. Внутри камеры на высоте 210 мм была установлена импульсная трубчатая ксеноновая лампа с длиной межэлектродного промежутка 250 мм и внутренним диаметром кварцевой колбы 11 мм. Питание лампы осуществлялось от конденсаторной батареи емкостью 200 мкФ и зарядным напряжением 1,8 кВ.

Образцы изделий каждого типа (40 шт.) разбивались на 4 группы по 10 экземпляров. На режиме 1 образцы облучались с суммарной дозой  $0,12 \text{ Дж/см}^2$  в коротковолновом УФ диапазоне 200...300 нм, на режиме 2 доза увеличивалась в 5 раз до  $0,6 \text{ Дж/см}^2$ , на режиме 3 – еще в 2 раза до  $1,2 \text{ Дж/см}^2$ . Суммарная доза в интегральном спектре (200...1100 нм) составила 2, 10 и 20  $\text{Дж/см}^2$  соответственно. Контрольные образцы не обрабатывались.

По окончании цикла облучения все образцы хлебобулочных изделий отправлялись в зону хранения, где поддерживалась температура воздуха  $t = 22,7 \pm 0,5$  °С и влажность  $30 \pm 8$  %. Наблюдение за образцами проводилось в течение 14 суток при ежедневном

визуальном мониторинге и фотофиксации. При наличии наблюдаемой невооруженным глазом первой колонии плесневых грибов образец считался испортившемся.

Результаты наблюдения показали, что облучение исследованных образцов хлебобулочных изделий в режиме 2 с интегральной дозой коротковолнового УФ излучения  $0,6 \text{ Дж/см}^2$  позволило заметно увеличить сроки их хранения по сравнению с необработанными образцами (по показателю пригодности 100% образцов). Так для образцов изделия №1 и №4 срок хранения увеличился в 2 раза (с 2х до 4х дней и с 5и до 10и дней соответственно), для изделия №5 в 1,5 раза (с 5и до 7и дней). Наибольшая эффективность обработки наблюдалась для изделия №3: ни один образец при обработке на режимах 2 и 3 не заплесневел на 14-й день (при сроке хранения контрольных образцов 5 дней). Наименьшая эффективность обработки наблюдалась для изделия №2 (кексы): при сроке хранения контрольных образцов 9 дней обработка режимами 1 и 2 увеличила его до 10 дней. Увеличение энергетической дозы в два раза (режим 3) в целом не дало существенного повышения эффекта для всех типов хлебобулочных изделий.

В работе не проводилась оценка изменения органолептических свойств обработанных изделий. Однако, ввиду отсутствия во всех опытах каких-либо визуально заметных изменений облученных образцов по сравнению с исходными и исключительно поверхностного характера обработки оптическим излучением, можно сделать предположение о сохранении в них исходных органолептических свойств.

#### Список литературы

1. Delorme M.M., Guimaraes J.T., Coutinho N.M., Balthazar C.F., Rocha R.S., Silva R., Margalho L.P., Pimentel T.C., Silva M.C., Freitas M.Q., Granato D., Sant'Ana A.S., Duarte M.C., Cruz A.G. Ultraviolet radiation: An interesting technology to preserve quality and safety of milk and dairy foods. // Trends in food science & technology. 2020. № 102, pp. 146-154. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.06.001>.
2. Monteiro M.L.G., Rosario D.K., de Carvalho A.P.A., Conte-Junior C.A. Application of UV-C light to improve safety and overall quality of fish: A systematic review and meta-analysis. // Trends in Food Science & Technology. 2021. № 116, pp. 279-289. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.027>.
3. Zhang W., & Jiang W.. UV treatment improved the quality of postharvest fruits and vegetables by inducing resistance. // Trends in Food Science & Technology. 2019. № 92, pp. 71-80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.012>.

#### УДК 531.788.73

#### МАКЕТ ДАТЧИКА ИНВЕРСНО-МАГНЕТРОННОГО ВАКУУММЕТРА

Сумаренко А.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

[sumarenko@bmsu.ru](mailto:sumarenko@bmsu.ru)

Научный руководитель: Рязанов В.А.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

На российском рынке слабо представлены отечественные конкурентные решения среди ионизационных вакуумметров с холодным катодом. Поэтому была проработана конструкция макета датчика инверсно-магнетронного вакуумметра. В работе представлены результаты параметрических исследований макетов датчика инверсно-магнетронного вакуумметра и сделаны выводы о режимах его работы и о принятых конструкторских решениях.

В области высокого вакуума для измерения давления в основном применяют ионизационные вакуумметры. Ионизационные вакуумметры делятся на вакуумметры с горячим и холодным катодом. Принцип работы таких вакуумметров основан на том, что внутри датчика загорается газовый разряд. Ионы рабочего тела, находящегося в объеме, в котором измеряется давление, летят на катод электрической системы и образуют ионный ток. При этом количество прилетевших ионов пропорционально концентрации нейтрального газа, а значит, и величина проходящего ионного тока связана с давлением рабочего тела.

Вакуумметры с горячим катодом используют термоэмиссионный катод для поддержания разряда, что и определяет основной их недостаток. Перед работой такой вакуумметр необходимо прогреть, а показания обладают инертностью. Но более важными недостатками являются ограниченный ресурс термоэмиссионного катода и вероятный выход из строя при аварийных ситуациях (например, прорыв атмосферы). Вакуумметр с холодным катодом обладает большей надёжностью и стойкостью к аварийным ситуациям. Однако его показания менее точны, а диапазон ограничен невозможностью зажечь самостоятельный разряд в магнитном поле. Тем не менее, вакуумметры с холодным катодом пользуются большей популярностью ввиду большей надежности. К вакуумметрам с холодным катодом в том числе относят и инверсно-магнетронный вакуумметр.

На данный момент в России не производится конкурентоспособного аналога инверсно-магнетронного вакуумметра. Большинство компаний продают иностранную продукцию компаний MKS, INFICON, Pfeiffer и др. Единственным полным отечественным аналогом является ВМ-Ц01 компании ООО «ЛВТ+». Однако он имеет меньший диапазон измеряемых давлений (предел измерения на уровне  $10^{-4}$  Па [1]) и меньшую точность измерений (погрешность в 70 % [1]). Ввиду сложившейся на рынке ситуации возникает необходимость в отечественном конкурентоспособном инверсно-магнетронном вакуумметре.

Для корректного измерения давления необходимо в газоразрядной области создать однородное магнитное поле индукцией не менее 0,1 Тл [2]. При такой индукции магнитного поля зависимость тока разряда от давления практически линейна. Для этого в макете инверсно-магнетронного датчика использовалась магнитная система на основе постоянных неодимовых магнитов N38 с магнитопроводом из материала марки «сталь 10». Магнитопровод, помимо обеспечения нужной величины и формы магнитного поля, выполнял и защитную функцию. Во-первых, он защищал магниты от распыления, а во-вторых, снижал тепловую нагрузку. Корпус датчика был выполнен из стали марки 12X18H10T. Устройство присоединялось к камере при помощи фланца KF-40.

Для испытаний использовался стенд с горизонтальной вакуумной камерой диаметром 700 мм и длиной 700 мм. Откачка производилась форвакуумным насосом Trivac D 65 В и турбомолекулярным насосом TURBOVAC MAG W 3200 СТ. Давление измерялось широкодиапазонным вакуумметром MKS DualMag 972В и баратроном MKS 627D Baratron. Остаточное давление составляло не более  $5 \cdot 10^{-6}$  Торр.

В качестве источника питания разряда использовался источник питания ИВЭ-345. В цепи анода располагалось балластное сопротивление 6,85 кОм, которое ограничивало сверху ток на уровне 0,5 А. Параллельно источнику питания устанавливался конденсатор ёмкостью 3 нФ, который образовывал с резистором RC-фильтр, уменьшая электромагнитные помехи в окружающее пространство. Для измерения тока устанавливался стрелочный амперметр М253.

В работе использовались разные геометрии и материалы анода, изоляторов и магнитопровода. Для разных конфигураций были построены вольт-амперные



характеристики (ВАХ) при давлениях от  $10^{-3}$  до 0,1 Па. Некоторые ВАХ приведены в аналогичных работах [3]. Характер ВАХ в целом возрастающий, однако при достижении некоторого предела ток разряда переставал зависеть от напряжения и выходил на насыщение. При таких напряжениях вероятно устанавливался баланс между образующимися в разряде ионами и ионами, улетающими на катод. Но при повышенном напряжении при относительно высоких давлениях анод сильно нагревался и, предположительно, существенную роль начинала играть термоэлектронная эмиссия. Эта область ВАХ соответствовала срыву в сильноточный разряд. В случае, когда анодом являлась вольфрамовая проволока, область насыщения не достигалась вовсе – срыв в дугу происходил раньше. Поэтому в качестве анода следует использовать более толстые стержни из материалов с низким коэффициентом термоэлектронной эмиссии.

#### Список литературы

1. Описание типа средства измерений: Вакуумметры магниторазрядные цифровые ВМ-Ц01. Регистрационный № 84678-22, УТВЕРЖДЕНО Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «22» февраля 2022 г. № 433. 5 с.
2. Розанов Л.Н. Вакуумная техника: учебник для вузов.: 3-е издание, перераб. и доп. М.: Высшая школа, 2007. С. 113-133.
3. Mao H. Inverted-magnetron cold-cathode gauge in hybrid-discharge mode // Journal of Vacuum Science & Technology. 2007. № 25 (281). С. 5.

#### УДК 615.471

### **РАДИКАЛ-ПРОДУЦИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ НЕЙТРОФИЛОВ ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ КРОВИ РАЗЛИЧНЫМИ УЧАСТКАМИ СПЕКТРА ИМПУЛЬСНОГО ШИРОКОПОЛОСНОГО ИСТОЧНИКА ИЗЛУЧЕНИЯ**

Чиликина П.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

p.chilikina@gmail.com

Научный руководитель: Новиков Д.О., к. т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В настоящей работе основное внимание уделено изучению возможности применения импульсных газоразрядных источников излучения в качестве источником импульсного широкополосного излучения для ультрафиолетового облучения крови. Оценено влияние широкополосного импульсного излучения сплошного спектра на радикал-продуцирующую активность нейтрофилов крови практически здоровых доноров.

Ультрафиолетовое облучение крови (УФОК) — один из перспективных методов терапии, широко исследуемый с целью дальнейшего использования в лечении инфекционных заболеваний, вызванных в том числе полирезистентными штаммами бактерий [1].

УФ-излучение оказывает бактерицидное воздействие на находящиеся в крови посторонние микроорганизмы, а также оказывает разнонаправленное дозозависимое воздействие на функции эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов и нейтрофилов, плазму крови.

Традиционными источниками излучения для УФОК являются ртутные лампы низкого давления, обладающие сравнительно невысокой мощностью излучения и работающие в непрерывном режиме. Перспективными источниками для УФ-терапии

являются импульсные ксеноновые лампы (ИКЛ). Одним из несомненных преимуществ ИКЛ является широкий диапазон излучения, который обеспечивает возможность воздействия на все компоненты крови. Так, например, излучение инфракрасного диапазона повышает бактерицидную активность сыворотки крови [2].

Таким образом, целью данной работы являлся анализ радикал-продуцирующей функции нейтрофилов крови после облучения крови различными участками спектра излучения ИКЛ.

Для УФ-облучения крови была использована модель устройства для УФОК на основе импульсной шаровой лампы L11937 с номинальной мощностью 20 Вт. Излучательные характеристики регистрировалась с помощью оптоволоконного спектрометра AvaSpecULS2048-USB. С целью выделения отдельных участков спектра были использованы оптические фильтры УФС-5 (серии экспериментов А и Б) и ИКС-1 (серия экспериментов Б). Их спектры пропускания были измерены спектрофотометром ПЭ-3000 УФ.

Кровь была отобрана из кубитальной вены практически здоровых доноров ( $n = 6$ ,  $22 \pm 1$  лет.) в пробирки с Li-гепарином (12–15 МЕ/мл). Воздействию УФ-излучения подвергали цельную венозную кровь.

В серии экспериментов А были исследованы следующие дозы излучения в диапазоне 200-300 нм:  $45 \text{ мДж/см}^2$  и  $135 \text{ мДж/см}^2$ . В серии экспериментов Б была исследована доза  $215 \text{ мДж/см}^2$ . В случае облучения крови в присутствии оптических фильтров время облучения выбиралось так, чтобы доза излучения в исследуемом спектральном диапазоне была равна дозе излучения в данном спектральном диапазоне при облучении без фильтров.

Анализ радикал-продуцирующей активности нейтрофилов крови проводили хемилюминесцентным (ХЛ) методом с использованием двухстадийного протокола стимуляции клеток с помощью форбол-12-миристат-13-ацетата (ФМА) и *N*-формилметионил-лейцил-фенилаланина (фМЛФ) в присутствии люминола, являющегося зондом, чувствительным к пероксиду водорода и активным формам хлора [3]. В качестве аналитического сигнала была выбрана светосумма ( $S$ , усл. ед.), а также максимальная интенсивность сигнала ( $I$ , усл. ед.).

В серии экспериментов А показано, что для исследованных доз ( $45 \text{ мДж/см}^2$  и  $135 \text{ мДж/см}^2$ ) УФ-облучение крови как в присутствии оптического фильтра УФС5, так и в его отсутствии приводит к усилению радикал-продуцирующей активности нейтрофилов. В серии экспериментов Б получено, что для достижения сопоставимого изменения активности нейтрофилов при облучении крови всем спектром излучения с использованием импульсной ксеноновой лампой необходимы меньшие дозы, чем при использовании излучения только УФ-диапазона.

Таким образом, дальнейшее использование импульсных ксеноновых ламп в качестве источников УФ-излучения для облучения крови перспективно как в медицине, так и при научных исследованиях. В дальнейшем целесообразно провести более детальные исследования эффекта различных участков спектра импульсного широкополосного излучения на радикал-продуцирующую активность нейтрофилов.

#### Список литературы

1. Hamblin M.R. Ultraviolet irradiation of blood: "the cure that time forgot"? // Ultraviolet Light in Human Health, Diseases and Environment. 2017. pp. 295-309.
2. Миллер К.Л., Сергеев И.В., Дворецкий Д.П. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения красного и дальнего инфракрасного диапазонов на кровь // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2011. № 2. С. 90-94.

3. Образцов И.В., Годков М.А., Полимова А.М. и др. Оценка функциональной активности нейтрофилов цельной крови методом двухстадийной стимуляции: новый подход к хемилюминесцентному анализу // Российский иммунологический журнал. 2015. № 4(18). С. 418-425.

**СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»****УДК 581.2****КАНЦЕРОГЕННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ ЯСЕНЯ В Г. МОСКВЕ КАК СЛЕДСТВИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Баранова М.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

baranovams@student.bmstu.ru

Научный руководитель: Корсак М.Н., к.б.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Зеленые насаждения городов особенно сильно страдают от различных болезней, что связано с неблагоприятными для деревьев условиями окружающей среды. Одним из серьёзнейших заболеваний является рак, который представляет собой большую проблему для растительности во многих регионах мира включая Россию. Раковые заболевания характеризуются возникновением на деревьях трудно заживающих или незаживающих ран, чрезмерным неправильным разрастанием отдельных частей или вегетативных органов, приводящим к появлению наростов или опухолей, что в свою очередь ослабляет растение и может привести его к гибели. Несмотря на то, что основными возбудителями раковых заболеваний являются грибы и бактерии, неинфекционные факторы также имеют большое влияние на развитие болезни. Возникновению рака способствуют загрязнения воздуха, почвы и воды токсичными веществами, такими как автомобильные выхлопы, промышленные выбросы, тяжёлые металлы, химические удобрения и пестициды. Кроме того, в городских условиях деревья подвергаются стрессам из-за недостатка влаги, нехватки питательных веществ в почве и действия агрессивных веществ. Часто эти факторы действуют не поодиночке, а целым комплексом. Хотя плохая экологическая обстановка не может быть первопричиной развития раковых патологий деревьев, но она может способствовать их появлению, так как приводит к снижению иммунитета.

Ясеням присущи ступенчатый, эндоксилиновый, бактериальный и цитофомовый разновидности рака. Ступенчатый рак, возбудителем которого является гриб *Nectria galligena* Bres, характеризуется образованием многоступенчатых раковых ран. Поражённая древесина отмирает, а прилегающие к ней здоровые ткани усиленно разрастаются, образуя наплывы в виде валиков. Эндоксилиновый рак, возбудителем которого гриб *Endoxylina stellulata* Romell, также характеризуется образованием ступенчатых ран, но, в отличие от ступенчатого рака, под отмершей корой возникает темная, черная строма. Болезнь сопровождается образованием ядрово-заболонной гнили. При этом гнилая древесина приобретает желтоватый мраморный цвет. Бактериальный рак вызывается бактерией *Pseudomonas syringae* pv. *fraxini*. Он характеризуется образованием округло-овальных опухолей, в которых со временем образуются трещины. По мере развития болезни трещины расширяются, удлиняются, появляются новые, кора частично опадает, в то же время периферические ткани продолжают усиленно разрастаться и постепенно формируются типичные раковые язвы с неровными, рваными краями, окружённые наплывами. Цитофомовый рак вызывается грибом *Cytophoma pulchella*. При поражении тонких ветвей болезнь протекает по типу некроза. В более толстых ветвях и стволах в местах поражения сначала появляются вдавленные буровато-красные пятна. Кора вскоре отмирает и по периферии пятен образуются продольные трещины. Отмершая кора долгое время сохраняется в центре язвы и прикрывает мертвые слои древесины [1].

В данном исследовании ясени используются в качестве индикатора состояния окружающей среды, так как они очень чувствительны к изменениям почвы и воздуха. По количеству больных деревьев можно сделать вывод о состоянии городской среды в конкретном районе города, сравнить районы, выявить закономерности.

В ходе проведенного исследования были подсчитаны образцы деревьев в районах Митино, Свиблово и Лефортово. На экологической карте города Москвы, представленной группой компаний «Экостандарт», в данных районах наблюдаются «оптимальная», «удовлетворительная» и «неблагоприятная» экологические обстановки соответственно. Оценка рассмотренных районов производилась по таким параметрам, как загруженность автомагистралей, наличие промышленных зон и потенциально опасных предприятий.

В районе Митино деревья были подсчитаны в аллее вдоль Пятницкого шоссе, площадь участка составила 21 тыс. м<sup>2</sup>. Общее количество разных деревьев составило 141, ясеней среди которых было 55. Численность больных ступенчатым раком ясеней составила 21 дерево или 38 % от общего числа ясеней.

В районе Свиблово деревья были подсчитаны в жилой зоне улиц Снежная и Амундсена, площадь участка составила 106 тыс. м<sup>2</sup>. Общее количество деревьев составило 218, ясеней среди них 58. Количество больных ясеней составило 24 дерева, преимущественно с бактериальной разновидностью рака. Доля больных ясеней относительно здоровых составила 41 %.

В районе Лефортово деревья были подсчитаны в жилой зоне вдоль Авиамоготорной улицы, площадь участка составила 83 тыс. м<sup>2</sup>. Общее количество деревьев составило 252, ясеней среди них 136. Количество больных ясеней составило 67, преимущественная разновидность рака- бактериальный рак. Доля больных ясеней относительно здоровых составила 49 %.

Таким образом, можно выявить следующую закономерность: количество зараженных ясеней преобладает в районах с худшей экологической обстановкой.

Визуальные наблюдения показали, что из всех видов деревьев раковыми заболеваниями чаще болеет ясень, что говорит о том, что ясень является уязвимым видом деревьев, который может служить маркером состояния окружающей среды.

#### Список литературы

1. Семенкова И.Г., Соколова Э.С. Фитопатология: учебник для студ. вузов. М.: Академия, 2003. 480 с.

#### УДК 62-97/-98

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ФИЛЬРА ДЛЯ ОЧИСТКИ ЖИДКОСТИ

Душечкина Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

dushechkina2001@mail.ru

Научный руководитель: Шарай Е.Ю., к.т.н., ст.преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Очистка дисперсных систем с жидкой дисперсионной средой от твердых частиц представляет собой проблему во многих отраслях промышленности. Одним из перспективных направлений развития оборудования для очистки жидкости от механических загрязнений может стать фильтрация, сочетающаяся с силовым воздействием на поток, которое создаст

Силовое воздействие, создаст дополнительное поле массовых сил, что может быть использовано для улучшения условий очистки и восстановления пропускной способности фильтра за счет самоочистки фильтровальной перегородки от скопившегося осадка. К таким устройствам относятся гидродинамические фильтры, реализующие принцип гидродинамического фильтрования [1].

От традиционного фильтрования гидродинамическое отличается тем, что очищаемая жидкость имеет касательную к фильтровальной поверхности компоненту скорости  $vk$ .

На сегодняшний день не существует полной методики расчета гидродинамических фильтров из-за сложности процессов, происходящих в рабочей зоне. Для широкого применения гидродинамических фильтров в отдельных отраслях промышленности необходимо создание инженерной методики расчета, позволяющей сократить сроки проектирования и трудозатраты.

Существуют следующие виды гидродинамических фильтров:

По наличию/отсутствию шламовой жидкости: полноточные, неполноточные;

По форме корпуса и фильтровальной перегородки: цилиндр в цилиндре; цилиндр в конусе; конус в цилиндре; дисковый; шар в шаре.

По способу создания дополнительного силового поля: с вращающейся фильтровальной перегородкой, с вращающейся и вибрирующей фильтровальной перегородкой; с вращающейся фильтровальной перегородкой и с защитной обечайкой; со специальными закручивающимися устройствами: улитками, тангенциальным подводом, ленточными направляющими и пр.; с большой кривизной поверхности фильтровальной перегородки [2].

Проанализировав все виды гидродинамических фильтров, был сделан вывод, что с точки зрения эффективности очистки и экономических затрат неполноточный гидродинамический фильтр типа «цилиндр в конусе» с тангенциальным входом является наилучшим фильтром для очистки жидкости с дисперсной фазой.

Численные исследования течения в гидродинамическом фильтре проводятся в программном комплексе ANSYS CFX на основе решения системы уравнений Навье-Стокса, состоящей из уравнений неразрывности и уравнения движения.

Система уравнений Навье-Стокса дополнена моделью турбулентности  $k-\epsilon$ , в которой для описания турбулентного течения используется два уравнения переноса – энергетической энергии диссипации  $k$  и скорости изменения кинетической энергии  $\epsilon$ .

Следующим этапом работы - является построение моделей выбранного фильтра в программном комплексе Ansys и получение функций распределений скоростей в рабочем канале фильтра в зависимости от его размеров.

В работе использованы 4 модели гидродинамического фильтра, отличающиеся углом конусности и расстоянием от фильтровального материала до корпуса фильтра.

1 этап моделирования – построение геометрических моделей. Модели состоят из трех частей: Фильтровальной перегородки; проточной части до фильтровальной перегородки, Проточной части после фильтровальной перегородки.

2 этап – моделирования построение сетки. Сетка помогает представить большие геометрические области меньшими дискретными ячейками

3 этап – настройка параметров входа и выхода, граничных условий.

Последний этап – отображение результатов: распределение скоростей в гидродинамическом фильтре, распределение массового объема загрязняющих частиц и скорость распределения.

Дальнейший этап исследования – определение проекций скоростей на трех участках в гидродинамическом фильтре. Скорость потока определяет поведение

мелкодисперсных частиц и влияет на величину эффективности очистки. В работе получены и сравнены проекции скоростей. Следующий шаг исследования – определение эффективности сепарации частиц центробежными силами.

#### Список литературы

1. Девисиллов В.А., Шарай Е.Ю. Гидродинамическое фильтрование // Безопасность в техносфере. 2015. Т. 4. №. 3. С. 68.
2. Николенко И.В., Каримов Э.А. Разработка математической модели гидродинамического фильтрования с неподвижным фильтроэлементом для очистки сточных вод предприятий по производству строительных материалов // Строительство и техногенная безопасность. 2014. №52. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-matematicheskoy-modeli-gidrodinamicheskogo-filtrovaniya-s-nepodvizhnym-filtroelementom-dlya-ochistki-stochnyh-vod> (Дата обращения 23.04.2023).

#### УДК 628.977.2

#### УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОСВЕЩЕНИЯ В УЧЕБНОЙ АУДИТОРИИ

Какотка Д.С., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»  
dikakotka@gmail.com

Погорелова И.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»  
ilonapogorelova01.09.2002@gmail.com

Научный руководитель: Сазонов Д.В., к.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Освещение на рабочем месте (учебной парте) напрямую влияет на эффективность усвоения информации студентами и их работоспособность. С одной стороны, недостаток света вызывает переутомление глаз, что может повлечь за собой головные боли и раздражение зрительного органа, а также спровоцировать развитие близорукости. С другой, слишком яркое освещение может вызвать ощущение дискомфорта, в особенности при наличии отражающих поверхностей. В ходе работы была проведена проверка освещённости аудитории в тёмное время суток на соответствие нормам СанПиН 1.2.3685-21 и предложен вариант улучшения качества освещения.

Измерение освещённости рабочих мест проводилось с помощью люксметра-пульсметра ТКА-ПКМ (08). Он предназначен для измерения коэффициента пульсации освещённости и освещённости в видимой области спектра, создаваемой искусственными и естественными источниками, расположенными произвольно относительно приемника. При проведении измерений соблюдались инструкции, изложенные в технической документации на прибор, а также использовались утвержденные методики измерений. Нормируемый показатель освещённости на рабочей поверхности от общего освещения – 300 лк, коэффициент пульсации – до 10% [1]. В ходе проведения измерений было установлено, что коэффициент пульсации соответствует норме, поэтому дальнейшие исследования по этому показателю не проводились. Освещённость на первом и последнем ряду не достигает нормативных значений, в то время как на среднем ряду превышает их в два раза, что нецелесообразно.

Также был проведён расчёт освещённости в программе для планирования и дизайна освещения DIALux 4.13. Для этого была построена 3D-модель исследуемой аудитории, подобраны светильники, аналогичные используемым, и расположены согласно

заданному плану помещения. По результатам программного расчета были получены значения, соответствующие значениям, полученным ранее при непосредственном измерении освещенности в аудитории. Для того, чтобы исправить недостаток освещенности в учебной аудитории, было изменено расположение светильников посредством их сдвига влево. Результаты программного расчёта показывают, что после сдвига светильников освещённость стала достигать требуемых значений на всей рабочей плоскости и равномерно распределена по всей площади помещения.

Таким образом, чтобы улучшить освещённость в учебной аудитории, необходимо изменить план расположения светильников, при этом менять сами светильники не требуется.

#### Список литературы

1. Люксметр-пульсметр “ТКА-ПКМ” (08) с поверкой. URL: <https://www.tkaspb.ru/shop/opticheskie-pribory/lyuksmetr-pulsmetr-tka-pkm-08-25/> (Дата обращения 01.06.2023).

#### УДК 628.165

### ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Майер В.В., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

lera23me@mail.ru

Научный руководитель: Гречушкин А.Н., к.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

На сегодняшний день существует несколько способов снижения энергозатрат на обратный осмос:

1. Установки Sea Water Reverse Osmosis (SWRO), использующие поршневые насосы с устройствами рекуперации энергии и приводом переменного тока.

Недостатки:

- применимость только для крупных установок по опреснению морской воды.
2. Турбина Пелтона на линии сброса концентрата.

Недостатки:

- наличие движущихся частей, следовательно, конструктивная ненадёжность;
- высокие требования к качеству подаваемой воды, следовательно,

необходимость в предвключённых фильтрах, следовательно, высокие эксплуатационные затраты;

- относительно высокая материалоемкость и сложная технологическая форма;
- неэффективность при небольших напорах.

3. Пат. SU 1528527, МПК В01D 13/00.

Недостатки:

- эффективность предложенного способа ограничена 1 атм и расходом пермеата;

- на схеме отсутствует линия сброса концентрата в дренаж;

- в процессе работы насос потребляет энергии на столько же больше, на сколько удалось сэкономить данным способом.



Для малых установок с слабосоленой водой предлагается метод рекуперации при помощи струйного насоса установленного на линии рецикла концентрата.

Струйные насосы обладают рядом преимуществ по сравнению с другими видами насосного оборудования:

1. надёжность, связанная с безотказностью деталей и узлов, а также со способностью стабильно работать при воздействиях, нарушающих нормальное нагнетание жидкости;
2. минимальная чувствительность к содержанию в перекачиваемой среде твёрдых и газовых включений;
3. отсутствие подвижных элементов;
4. сравнительно низкая материалоемкость и простая технологическая форма.

Ресурс этих насосов ограничен только свойствами материалов, которые используются для их изготовления [1].

Технический результат при использовании предложенного метода заключается в повышении производительности мембранной установки и сокращении энергетических затрат, за счёт выбора насоса высокого давления с меньшим энергопотреблением.

В качестве исходной воды принималась московская вода централизованного водоснабжения, результаты анализа пробы которой приведены в работе [2].

В результате расчёта обратноосмотического процесса в программе IMSdesign было получено значение давления перед насосом высокого давления в установке без струйного насоса:

$$p_1 = 10 \cdot 10^5 \text{ Па.} \quad (1)$$

В результате расчёта рабочих параметров струйного насоса по методике, представленной в работе [3], было получено значение давления суммарного потока на выходе из струйного насоса:

$$p_2 = 3,8 \cdot 10^5 \text{ Па.} \quad (2)$$

Давление в рабочей точке насоса высокого давления при наличии струйного насоса на линии рецикла концентрата:

$$p_3 = p_1 - p_2 = (10 - 3,8) \cdot 10^5 = 6,2 \cdot 10^5 \text{ Па.} \quad (3)$$

При сравнении кривых характеристик двух электронасосов с рабочими точками на давлениях  $10 \cdot 10^5$  Па и  $6,2 \cdot 10^5$  Па, можно сделать вывод о том, что применение струйного насоса на линии рецикла концентрата позволяет снизить номинальную мощность насоса высокого давления с 2,2 кВт до 1,1 кВт, а, следовательно, уменьшить и энергозатраты на обратный осмос.

#### Список литературы

1. Калачёв В.В. Струйные насосы. Теория, расчёт и проектирование. М.: Филинь: «Омега-Л», 2017. 418 с.: ил.
2. Гречушкин А.Н. Исследование процессов очистки воды методом обратного осмоса. Методические указания к выполнению лабораторных работ. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. 22, [2] с.: ил.
3. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. и др. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник для машиностроительных вузов 4-е изд., стереотипное, перепечатка со второго издания 1982 г. М.: «Издательский дом Альянс», 2010. 423 с.: ил.

УДК 66.065.2

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА КОАГУЛЯЦИИ ПРИ ОЗОНИРОВАНИИ СТОЧНЫХ ВОД**

Ратушный Н.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»  
rutnikita@bk.ru

Научные руководители: Бондаренко А.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Ксенофонтов Б.С., д.т.н., профессор;

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В современном мире проблема загрязнения окружающей среды становится все более актуальной. Неотъемлемой частью этой проблемы является загрязнение водоемов, связанное со сбросом сточных вод в природную среду [1,2]. Одним из методов очистки сточных вод является коагуляция [3]. Однако, этот метод не обеспечивает полное удаление загрязнений из сточных вод. Для улучшения качества очистки проводится процесс озонирования, который позволяет удалять из сточных вод оставшиеся загрязняющие вещества.

Коагуляция представляет собой процесс сгущения частиц с помощью коагулянта. При использовании озона в качестве вспомогательного агента, процесс коагуляции усиливается. Одним из механизмов интенсификации этого процесса является увеличение отрицательного заряда на поверхности частиц в результате их окисления озоном. Это приводит к усилению притягательных сил между частицами, что ускоряет процесс их сгущения.

Были поставлены эксперименты на модельных стоках, содержащие гуминовые кислоты с концентрацией  $C=1$  г/л. Исследования проводились на измерении мутности проб. Начальная мутность составляла 55 NTU. Серия опытов состояла в изменении дозы коагулянта и времени отстаивания, при фиксированном времени озонирования.

Эффективность при 10 минутах отстаивания для проб без озонирования составила от 59.6 до 92.9 %, а при озонировании от 70.6 до 97.8 % соответственно для доз коагулянта от 0.04 до 0.14 мл на 250 мл модельных стоков.

Эффективность при 20 минутах отстаивания для проб без озонирования составила от 66,2 до 94,6 %, а при озонировании от 78,2 до 97,9 % соответственно для доз коагулянта от 0.04 до 0.14 мл на 250 мл модельных стоков.

Эффективность при 30 минутах отстаивания для проб без озонирования составила от 71,7 до 95,6%, а при озонировании от 80,2 до 98,5% соответственно для доз коагулянта от 0.04 до 0.14 мл на 250 мл модельных стоков.

В результате проведенных экспериментов были получены следующие выводы:

- Эффективность коагуляции с предварительным озонированием повышается на 15-20%;

- Кинетика процесса осаждения загрязнений возрастает, повышается скорость образования и оседания осадка при коагуляции с предварительным озонированием;

- Обработка озоном, имеет бактерицидный эффект, что позволяет сократить расходы на дезинфекцию сточных вод.

В заключение, интенсификация процесса коагуляции при озонировании – это эффективный и экономичный метод очистки сточных вод. Благодаря этому процессу можно достичь более высокой степени очистки воды от загрязняющих веществ, уменьшить затраты на очистку и сократить вредное влияние выбросов на окружающую среду.

## Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году». М.: Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова, 2021. 864 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году». М.: Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова, 2022. 684 с.
3. ИТС 8-2022 Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям: введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 декабря 2022 года № 324: введен взамен ИТС 8-2015: дата введения с 01.09.2023 / разработан технической группой «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях» (ТРГ 8) // Кодекс: справочная система – 93 с. URL: [https://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=1850&etkstructure\\_id=1872&ysclid=lgifabj6g9128763386](https://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=1850&etkstructure_id=1872&ysclid=lgifabj6g9128763386) свободный (Дата обращения 15.04.2023).

**УДК 628.16.0****РАЗРАБОТКА КАМЕРЫ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ДЛЯ КОМБИНИРОВАННОГО ФИЛЬТРА НА ПЕСЧАНОЙ ЗАГРУЗКЕ**

Ширниех А.А., аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»  
al-3x@mail.ruНаучный руководитель: Ксенофонтов Б.С., д.т.н., профессор  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Коагулянт способен повысить эффективность фильтрации. Однако при использовании коагулянта для его эффективного применения необходимо обеспечить время контакта с водой и условия для формирования хлопьев. Для этого в технологической схеме необходимо предусмотреть контактные камеры, которые занимают достаточно большую площадь, а также при переходе из камеры в трубопровод, на колене трубопровода и выходе в фильтр разрушаются сформированные в камерах хлопьеобразования агрегаты. Для решения этой проблемы в [1] предлагается использовать камеру перемешивания в корпусе самого фильтра. Камера перемешивания состоит из чаши интенсивного перемешивания и чаши успокоивания. В чашу интенсивного перемешивания через патрубок исходной воды поступает исходная вода, а через патрубок дозирования реагентов коагулянт. Два потока перемешиваются в первой чаше с помощью перемешивающей загрузки. В этой чаше происходит первая ступень коагуляции – перекинетическая коагуляция, а также контактная коагуляция.

Перекинетическая коагуляция – это коагуляция, при которой вероятность встреч частиц во всех направлениях равна. Сближение частиц происходит вследствие броуновского движения, которое находится в основе коагуляции частиц, размер которых менее микрона. Перемешивание дисперсной системы обеспечивает благоприятные условия для перекинетической коагуляции, это способствует агломерации в более крупные хлопья. Во время перемешивания ускоряется рост частиц в результате их столкновений, увеличивается взаимосвязь и образуются прочные хлопья. Когда частицы

достигают размера в 1-10 мкм и более, то перекинетическая коагуляция переходит в ортокинетическую.

Контактная коагуляция заключается в адсорбции примесей с нарушенной агрегативной устойчивостью на поверхности контактной массы. Она позволяет увеличить скорость процесса с повышением эффективности, при меньших затратах коагулянта. Скорость прилипания небольших примесей к более крупным зернам загрузки значительно превосходит скорость агломерации небольших частиц в свободном объеме жидкости, так как они несут малые электрические заряды и значительно легче прилипают к крупным зернам, лишенным зарядов, чем друг к другу.

Во второй чаше происходит вторая ступень коагуляции - ортокинетическая. Ортокинетическая коагуляция – это коагуляция, обусловленная силами, действующими преимущественно в одном направлении и характерна для частиц с размером более 1 мкм. Вероятность соударения в одном направлении больше, чем в остальных. Ортокинетическая коагуляция протекает быстрее перекинетической, так как крупные частицы служат центрами, к которым прилипают мелкие, а также крупные частицы увлекают мелкие при оседании.

В [2] приводятся результаты компьютерного моделирования камеры перемешивания, в результате которого определяется конструкция камеры для лабораторного стенда, на котором в дальнейшем планируется провести опыты по определению эффективности работы предлагаемого решения.

#### Список литературы

1. Ксенофонтов Б.С. Комбифильтр для очистки воды. Патент. RU 209470 U1 (Российская федерация) Патентообладатель: Ксенофонтов Борис Семенович. № 2021132892; опубл. 16.03.2022. 4 с.;
2. Ширниех А.А. Компьютерное моделирование камеры перемешивания комбифильтра для очистки сточных вод // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2022. № 4. С. 87-94. DOI 10.36622/VSTU.2022.23.4.010.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>РАЗДЕЛ «АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ» .....</b>	<b>3</b>
<b>РАЗДЕЛ «БЕЗОПАСНОСТЬ В ЦИФРОВОМ МИРЕ» .....</b>	<b>22</b>
<b>РАЗДЕЛ «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА» .....</b>	<b>53</b>
Секция «Биомедицинские технические системы» .....	53
Секция «Медико-технические информационные технологии» .....	65
Секция «Биомедицинская безопасность» .....	76
Секция «Медико-технический менеджмент» .....	86
Секция «Исследования, испытания и эксплуатация медицинской техники» .....	94
<b>РАЗДЕЛ «ИНЖЕНЕРНЫЙ БИЗНЕС И МЕНЕДЖМЕНТ» .....</b>	<b>100</b>
<b>РАЗДЕЛ «ИНФОРМАТИКА, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ» .....</b>	<b>156</b>
Секция «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации» .....	156
Секция «Информационные системы и телекоммуникации» .....	164
Секция «Системы обработки информации и управления» .....	175
Секция «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии» .....	185
Секция «Информационная безопасность» .....	194
Секция «Теоретическая информатика и компьютерные технологии» .....	204
Секция «Защита информации» .....	214
Секция «Космические приборы и системы» .....	225
<b>РАЗДЕЛ «КАЛУЖСКИЙ ФИЛИАЛ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА» .....</b>	<b>237</b>
<b>РАЗДЕЛ «ЛИНГВИСТИКА» .....</b>	<b>258</b>
Секция «Русский язык» .....	258
Секция «Английский язык» .....	271
<b>РАЗДЕЛ «МЫТИЦИНСКИЙ ФИЛИАЛ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА» .....</b>	<b>318</b>
<b>РАЗДЕЛ «ОТДЕЛЬНЫЕ СЕКЦИИ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА» .....</b>	<b>459</b>
Секция «Кафедра реабилитации инвалидов (ГУИМЦ)» .....	459
Секция «Студенческая экспериментальная лаборатория физики» .....	467
Секция «Факультет международных образовательных программ» .....	477
<b>РАЗДЕЛ «РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА» .....</b>	<b>482</b>
Секция «Радиоэлектронные системы и устройства» .....	482
Секция «Лазерные и оптико-электронные системы» .....	487
Секция «Элементы приборных устройств» .....	508
<b>РАЗДЕЛ «РОБОТОТЕХНИКА И КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ» .....</b>	<b>515</b>
Секция «Инженерная графика» .....	515
Секция «Компьютерные системы автоматизации производства» .....	533
<b>РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ» .....</b>	<b>542</b>

Секция «История».....	542
Секция «Социология и культурология».....	552
Секция «Информационная аналитика и политические технологии» .....	570
Секция «Философия» .....	583
<b>РАЗДЕЛ «СПЕЦИАЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ».....</b>	<b>593</b>
Секция «Космические аппараты и ракеты-носители».....	593
Секция «Аэрокосмические системы».....	602
Секция «Динамика и управление полетом ракет и космических аппаратов» .....	604
Секция «Высокоточные летательные аппараты» .....	611
Секция «Автономные информационные и управляющие системы» .....	627
Секция «Ракетные и импульсные системы» .....	634
Секция «Робототехнические системы и мехатроника» .....	642
Секция «Стартовые ракетные комплексы» .....	647
Секция «Технологии ракетно-космического машиностроения».....	650
Секция «Ракетно-космические композитные конструкции».....	662
<b>РАЗДЕЛ «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ».....</b>	<b>670</b>
Секция «Теоретическая механика» .....	670
Секция «Физика» .....	682
Секция «Химия» .....	685
Секция «Вычислительная математика и математическая физика» .....	694
Секция «Математическое моделирование» .....	705
<b>РАЗДЕЛ «ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИЕ».....</b>	<b>714</b>
Секция «Ракетные двигатели» .....	714
Секция «Комбинированные двигатели и альтернативные энергоустановки» .....	723
Секция «Газотурбинные двигатели и комбинированные установки».....	731
Секция «Холодильная, криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения».....	740
Секция «Теплофизика» .....	748
Секция «Ядерные реакторы и установки».....	754
Секция «Плазменные энергетические установки».....	760
Секция «Экология и промышленная безопасность» .....	771

ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА», ПОСВЯЩЁННАЯ  
170-ЛЕТИЮ В.Г. ШУХОВА

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

Редактор: В.Н. Шевчун  
Компьютерная верстка: В.В. Строков  
Корректор: Н.А. Гежа

Подписано в печать 09.06.2023. Формат 60x90 1/8  
Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Объем 97,75 п.л. Тираж 500 экз. Заказ 2541.

Издательский дом  
«Научная библиотека»  
Телефон: 8(495)59229-98  
Адрес сайта: <https://s-lib.com>  
E-mail: [idnb11@yandex.ru](mailto:idnb11@yandex.ru), [info@sciencelib.ru](mailto:info@sciencelib.ru)