Министерство науки и высшего образования РФ
МГТУ им. Н.Э. Баумана
Студенческий научно-технический центр
Студенческое научно-технического общество им. Н.Е. Жуковского

ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА»,

ПОСВЯЩЁННАЯ 110-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА В.Н. ЧЕЛОМЕЯ

Москва
01-30 апреля 2024 г.

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

Министерство науки и высшего образования РФ

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Студенческий научно-технический центр

Студенческое научно-технического общество им. Н.Е. Жуковского

ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА», ПОСВЯЩЕННАЯ 110-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА В.Н. ЧЕЛОМЕЯ

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

г. Москва, 01-30 апреля 2024 г.

УДК 001
ББК 72
М 75

М 75 Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвященная 110-летию со дня рождения академика В.Н. Челомея (Москва, 01-30 апреля 2024 года): сборник тезисов докладов / Министерство науки и высшего образования РФ, МГТУ им. Н.Э. Баумана. М.: ООО «Издательский дом «Научная библиотека», 2024. 676 с.

ISBN 978-5-907823-43-3

В сборник включены тезисы докладов, представленных на Всероссийской студенческой конференции «Студенческая научная весна», посвященной 110-летию со дня рождения академика В.Н. Челомея. Сборник представляет интерес для студентов, аспирантов и преподавателей вузов.

Тексты докладов размещены в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU.

УДК 001
ББК72

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024

© Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА», 2024

ISBN 978-5-907823-43-3

РАЗДЕЛ «АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ»

УДК 623.51

ИССЛЕДОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМОГО ПОЛЁТА РЕАКТИВНЫХ СНАРЯДОВ СИСТЕМЫ ЗАЛПОВОГО ОГНЯ С УЧЁТОМ ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ

Баженов И.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
bazhenovivan@bk.ru
Научный руководитель: Сабиров Ю.Р., гл. специалист НПОМ, доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Основным недостатком применения существующих реактивных систем залпового огня (РСЗО) является высокое рассеивание снарядов и низкая точность каждого снаряда при стрельбе в назначенные цели. Для повышения эффективности стрельбы снарядов РСЗО делают их управляемыми. Вводят систему управления, которая без существенного увеличения сложности конструкции (с сохранением реактивного двигателя и высокой надежности системы) реактивного снаряда (РС) должна компенсировать отклонения от требуемой траектории полёта, вызванные воздействием факторов, влияющих на рассеивание снарядов. Однако даже снаряды, имеющие систему управления, могут не обеспечить достаточную эффективность поражения целей в условиях вероятностно-статистической неопределённости.

В данной работе для РС калибра 122 мм рассматриваются вопросы формирования управляемых траекторий путем использования блока управления, снабженного аэродинамическими рулями, бесплатформенной инерциальной навигационной системой (БИНС), бортовой цифровой вычислительной машиной (БЦВМ) и головкой самонаведения. Для исследования управляемых траекторий и возможностей повышения эффективности стрельбы была создана имитационная модель движения реактивного снаряда с учётом вероятностных разбросов различных характеристик. Для создания имитационной модели назначались законы распределения входных характеристик, имеющих случайные составляющие. Речь идет об отклонениях от номинальных величин аэродинамических характеристик, режимов тяг двигателя, положений центра масс и аэродинамического давления, эксцентриситета вектора тяги, начальных условий старта, погрешностях и уходах гироприборов. Был определен возможный состав БИНС, для которой была построена модель ошибок.

В ходе анализа результатов моделирования проведено сравнение трубок траекторий для вращающихся и невращающихся снарядов без управления и с управлением. При использовании рассмотренной системы управления рассеивание невращающихся снарядов существенно меньше, использование вращающихся РС с БИНС является нецелесообразным. За счёт использования головки самонаведения совместно с БИНС, получены допустимые диапазоны рассеивания РС, возможным становится расширение номенклатуры целей и осуществление контрбатарейной борьбы. Можно привести несколько снарядов в одну цель последовательно или одновременно.

Была рассмотрена конструктивная схема системы старта, расширяющая возможности формирования требуемых траекторий для каждого снаряда залпа. Проработаны необходимые элементы вертикального «миномётного» старта и ориентации РС перед запуском двигателя. При таком старте у РСЗО нет мертвых зон, не ограничены начальные углы старта и минимальные дальности стрельбы снарядов [1-3].

Список литературы

1. Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. Динамика полёта беспилотных летательных аппаратов. Издание второе, переработанное и дополненное. М.: Машиностроение, 1973. 617 с.

2. Матвеев В.В, Распопов В.Я. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем: учеб. пособие. СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2009. 280с.
3. Ракетная техника / Каталог / Полевая реактивная система М-21. URL: https://missilery.info/missile/grad/ (Дата обращения 24.03.2024).

УДК 629.7.05

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УГЛОВОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ КА И ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

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: Пилипчук С.В., ассистент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Предложен алгоритм аналитического определения набора параметров настройки релейной системы автоматического управления движением космического аппарата, обеспечивающей высокое качество переходных и установившихся динамических режимов. Алгоритм получен в результате исследования математической модели управляемого плоского вращения КА методом фазовой плоскости. Валидация алгоритма проведена на экспериментальном стенде физического моделирования с применением принципа локально-инвариантного динамического масштабирования.

Широкие диапазоны требований к параметрам динамических режимов, обусловленные многообразием задач, выполняемых космическими аппаратами, множество их типоразмеров и эволюция характеристик бортовой аппаратуры требуют применения рациональных методов параметрического синтеза систем управления движением (СУД) на начальных этапах проектирования КА. Применяемые в настоящее время методы численной оптимизации нелинейных динамических систем, характеризующихся узкими параметрическими областями существования бесчисленного множества сложных аттракторов [1], для улучшения глобальной сходимости требуют введения корректных начальных приближений, которые целесообразно вычислять с применением аналитических зависимостей.

В работе поставлены следующие задачи: провести исследование динамики релейной СУД КА, сформировать аналитические соотношения параметров настройки регулятора и характеристик объекта управления (ОУ), при которых обеспечивается реализация квазиоптимальных по критериям быстродействия и экономичности переходных и установившихся динамических режимов, выполнить валидацию полученных результатов на экспериментальном стенде физического моделирования (СФМ).

Исследуется редуцированная математическая модель одноканальной системы управления угловой ориентацией и стабилизации корпуса КА с постоянным внешним возмущающим воздействием, линейным формированием управляющего сигнала и трёхпозиционным релейным регулятором с зоной нечувствительности и гистерезисом. В зависимости от соотношения параметров настройки СУД и характеристик ОУ, в режимах стабилизации, удовлетворяющих заданным требованиям к точности, в системе могут

устанавливаться различные типы автоколебательных процессов, наименее экономичными из которых являются двухимпульсные предельные циклы (ДПЦ). Они характеризуются попеременными включениями управляющих воздействий различной полярности, что приводит к аннигиляции управляющих импульсов - неэффективному расходу ресурсов. Целесообразно, по возможности, заведомо исключить реализацию таких режимов на этапе проектирования СУД КА. Оптимальным по критерию экономичности являются одноимпульсные предельные цикл (ОПЦ), характеризующиеся периодическими включениями управляющих воздействий исключительно одного знака с максимальными длительностями, поскольку с возрастанием последних снижается удельное потребление энергии исполнительным органом (ИО) (выход на режим), парирующим только внешнее возмущающее воздействие. Данный аттрактор является предбиффуркационным и неустойчивым к вариациям параметров и начальных условий (НУ) движения, флуктуации которых могут привести к пертурбации и самоорганизации в системе сложных ПЦ, сопровождающейся многократным увеличением скважности включений ИО, определяющей расходные характеристики режима.

С применением метода фазовой плоскости и программного комплекса символьной математики в настоящей работе были получены параметрические области существования ДПЦ и ОПЦ в виде символьных выражений, а область существования ОПЦ, устойчивого к вариациям НУ, в виде системы алгебраических уравнений с параметрическими коэффициентами. Также получены символьные выражения, определяющие параметрические области существования оптимальных по критериям быстродействия и экономичности переходных процессов, отвечающих принципу максимума Л.С. Понтрягина. Валидация полученных результатов выполнена с применением математического моделирования и СФМ, представляющего собой одноосную поворотную платформу, снабженную СУД с ИО в виде бесколлекторных электродвигателей с воздушными винтами, задействуемых в релейно-импульсном режиме. Подавление влияния инструментальных возмущений СФМ на параметры динамических процессов осуществлено при помощи принципа локально-инвариантного масштабирования модели угловой стабилизации КА [2].

Список литературы

1. Симоньянц Р.П. Квантово-механическая модель динамики релейно-импульсного управления // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Приборостроение». 2016. №3 (108). С. 88-101.
2. Симоньянц Р.П., Пилипчук С.В., Шевченко В.В. Подавление влияния инструментальных возмущений локально инвариантным масштабированием физической модели угловой стабилизации космического аппарата / Р.П. Симоньянц, С.В. Пилипчук, В.В. Шевченко [и др.] // Инженерный журнал: наука и инновации. 2020. №2 (98). С. 1-21.

УДК 629.78

ПРОЕКТНЫЙ ОБЛИК ИНСПЕКТОРА ДЛЯ ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ

Верзилин С.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
verzilin_s@mail.ru
Макаренков Д.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
danil.makarenkov239@gmail.com
Научный руководитель: Щеглов Г.А., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

На сегодняшний день активно развиваются системы услуг по запуску малых космических аппаратов и обслуживанию орбитальных станций. В данной работе

рассматривается проектный облик многофункционального малого космического буксира, предназначенного для эксплуатации в составе будущей Российской орбитальной станции. Предлагается схема проведения экспериментальной отработки оборудования.

В настоящее время в составе орбитальных станций отсутствуют малые маневрирующие платформы - беспилотные аналоги средства перемещения космонавтов при внекорабельной деятельности (далее – ВКД). Также отсутствуют платформы и аппараты для инспекции орбитальных станций. Разрабатываемый малый космический буксир «МАТРОС» (далее – МКБ «МАТРОС») предназначен для выполнения транспортных операций с малыми полезными нагрузками в беспилотном режиме с борта Российской орбитальной станции (далее – РОС). МКБ «МАТРОС» является адаптацией проекта малого разгонного блока «БОТ» (далее – МРБ «БОТ») [1].

МКБ «МАТРОС» представляет собой космический аппарат со сменным блоком полезной нагрузки (далее – ПН), предназначенный для выполнения следующих задач:

1. Запуск спутников – снаряжение МКБ контейнером 12U с МКА типа CubeSat.
2. Инспектирование – снаряжение МКБ целевой камерой и блоком подсветки для исследования внешней поверхности РОС на наличие дефектов.
3. Эксперимент с неотделяемой ПН– снаряжение МКБ неотделяемой ПН.

Для соответствия требованиям безопасности пилотируемого комплекса и экипажа и специфике задач МКБ «МАТРОС» в составе комплекса РОС были внесены следующие изменения в проект МРБ «БОТ» на основе действующего руководства пользователя российского сегмента международной космической станции (далее – РС МКС) [2]:

- Замена газообразных компонентов топлива «Кислород-Метан» на сжатый воздух.
- Внедрение в конструкцию сменных баллонов с воздушной смесью.
- Использование Wi-Fi для обеспечения связи с РОС.
- Декартовое управление положением центра масс.
- Использование автомобильных радаров от системы адаптивного круиз контроля для определения параметров движения относительно РОС.

Конструкция МКБ «МАТРОС» спроектирована с учетом требований транспортировки на транспортном грузовом корабле «Прогресс» (далее - ТГК «Прогресс») и адаптирована под установку баллонов высокого давления от блока наддува переносного (далее – БНП), которые имеют летную квалификацию. Компоновка представляет собой параллелепипед со съёмными элементами: внешним каркасом, выполняющим функции поручней для транспортировки во время ВКД и съёмными крышками, закрывающими доступ к баллонам. Так же в поручнях установлены антенны УКВ и Wi-Fi диапазона. МКБ «МАТРОС» хранится на РОС без внешнего каркаса. Внешний каркас устанавливается на МКБ в шлюзовом модуле при подготовке МКБ к запуску. Транспортируется МКБ «МАТРОС» на РОС в ТГК «Прогресс» без внешнего каркаса и крышек топливных баков.

Для отработки комплекса бортового оборудования предлагается проведение эксперимента на РС МКС. Концепция эксперимента состоит в разделения всего состава аппаратуры на внешний и внутренний блок. Внутренний блок, выступая приемником, крепится к иллюминатору и находится внутри орбитальной станции. Внешний блок выполняет роль самого МКБ. Этот блок включает в себя основную аппаратуру и устанавливается на платформу полезной нагрузки УФА-Н манипулятора. При движении манипулятора, по приемному сигналу с внутреннего блока определяются зоны действия, устойчивость и усиления сигнала приборов, проверяется режим самостабилизации и ручного управления инспектором. Продолжением экспериментальной части является проверка работоспособности канала связи УКВ диапазона при отстыковке инспектора от платформы УФА-Н и его дальнейшем отлёте. Это позволит определить максимальную дальность действия радиопередатчиков. Таким образом, по результатам эксперимента будет сделан вывод о возможности использования данного набора аппаратуры в космических условиях вблизи поверхности станции для реализации программы управления маневрирующим космическим аппаратом.

Перечисленные особенности и системы описывают основные вопросы работы МКБ «МАТРОС», который является многофункциональной платформой для орбитальной станции. МКБ «МАТРОС» может выполнять широкий спектр задач, что делает его универсальным космическим аппаратом при проведении работ в открытом космосе и помощи космонавтам при ВКД.

Список литературы

1. Шаповалов А.В. Малый разгонный блок на газообразном топливе // Материалы 57-х Научных чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского (Калуга, 17-19 сентября 2022 года). в 2-х т. Т. 1, С. 68-70
2. Российский сегмент МКС. Справочник пользователя. Центральный научно-исследовательский институт машиностроения URL: https://tsniimash.ru/upload/iblock/33a/mhhrn7do5gcyfvitqkjh9vsdeg9ubnjw/iss_rs_guide%202016.pdf (Дата обращения: 30.04.2024).

УДК 62

АКТУАТОР РУЛЕВОЙ СИСТЕМЫ БЕСПИЛОТНОГО БОЛИДА

Кириллов И.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
ilya.kirillov03@yandex.ru
Научный руководитель: Карпунин А.А., доцент, к.т.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Исполнительные приводы играют ключевую роль в развитии беспилотного транспорта и повышении его эффективности. Они отвечают за передвижение транспортного средства, управление рулем, торможение, и другие функции, которые ранее выполняли водители. В НОЦ «Bauman Racing Team» команда, состоящая из студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана, первые в России построили беспилотный электроболид, в котором одно из ключевых мест занимают исполнительные устройства.

Актуатор рулевой системы представляет собой коллекторный электродвигатель, приводимый в движение с помощью инвертора (усилителя мощности электродвигателя) и управляющей платы с датчиками обратной связи. Главной проблемой в разработке электроусилителя руля была маленькая база знаний в команде по части исполнительных устройств, так как задача в постройке беспилотника раньше не ставилась. Первым шагом к созданию электроусилителя было создание новой концепции, в которой учитывалось количество задействованных устройств, их топология и технические характеристики. Целью ставилась простота в обслуживании, надежность и быстродействие системы управления электроприводом. Снятие характеристик электродвигателя с редуктором дало старт к началу разработки электронных устройств. В разработке электронных устройств учитывались современные тенденции развития цифровой и аналоговой схемотехники [1]. При разработке платы управления было решено полностью изолировать цифровую часть от аналоговой для повышения надежности и быстродействия, чтобы никакие факторы со стороны инвертора и электродвигателя не влияли на работоспособность вычислительной части электроусилителя. Разработка инвертора была нацелена на повышение КПД Н-моста, с помощью которого можно регулировать скорость и направление вращения электродвигателя, наличие микроконтроллерной части позволяет полностью контролировать инвертор, в том числе и со стороны платы управления, контролируя температуру и состояние Н-моста. По итогу получается отдельное встраиваемое решение, которому на вход нужно только питание и CAN-шину данных, по которой приходят установки по углу и угловой скорости. Следующим шагом, после разработки электронных устройств, был синтез системы управления. В качестве датчиков обратной связи используются абсолютный

энкодер как датчик положения выходного вала электродвигателя и датчик тока. Синтез системы управления проводился в программном обеспечении Simcenter Amesim, в которой были построены математические модели датчиков, рулевой балки с учетом трения в рычагах и шинах, электродвигателя, инвертора [2]. В системе управления используется схема подчиненного регулирования координат, состоящая из трех контуров: положению, угловой скорости, моменту. Из-за отсутствия датчика угловой скорости было решено дифференцировать угол положения выходного вала, для получения угловой скорости вращения, но в процессе моделирования выяснилось, что такой подход ведет к ухудшению устойчивости системы управления в контуре регулирования угловой скорости. Вместо контура по угловой скорости используется задатчик интенсивности, который ограничивает скорость вращения. За основу функционирования цифровой системы управления была взята диаграмма микроконтроллерных прерываний [3]. Чтобы контролировать систему управления и иметь возможность перехода между различными режимами работы электроусилителя используется машина состояния, умеющую наивысший приоритет, которая представляет из себя блок-схему алгоритмов, предоставляющих разрешение на работу актуатора в режимах регулирования момента, положения, калибровки нулевого положения рулевой рейки. Итогом проделанной работы явилось создание работоспособного электроусилителя руля собственной разработки, пополнение новыми знаниями в области создания и управления исполнительными механизмами отделы электрики/электроники и мехатроники, использование рулевого актуатора для участия в международных соревнованиях «Formula Student» в классе беспилотников для демонстрации развития Российской инженерной школы.

Список литературы

1. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник в 3-х т. Анализ и статистическая динамика систем автоматического управления / под ред. Н.Д. Егупова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. Т.1. 748 с.
2. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник в 5-и т. Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления / под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова., изд. 2-е, перераб. и доп. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. Т.1. 656 с.
3. Анучин А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов. М.: Издательский дом МЭИ, 2015. 373 с.

УДК 629.7.015

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА ДЕСАНТИРОВАНИЯ СЛРН С УПРАВЛЯЕМОЙ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ

Крюкова М.О., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
kmo2001@mail.ru
Научный руководитель: Щеглов Г.А., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
shcheglov_ga@bmstu.ru

Рассматривается конструкция пускового устройства для десантирования ракеты-носителя сверхлегкого класса из грузового отсека транспортного самолета. Представлены результаты численного моделирования переходного процесса десантирования в авторской программе, написанной на языке C++ с подключением открытых библиотек пакета физического моделирования Project Chrono для определения параметров системы управления направляющей для заданной балансировки самолета-носителя.

В настоящее время наблюдается большая популярность коммерческих многоспутниковых группировок, состоящих из малых космических аппаратов (МКА). Растущий спрос на запуски МКА, привел к появлению ряда проектов новых ракет-носителей легкого и сверхлегкого класса (СЛРН), специализированных на выведении МКА. Среди них – Electron, Старт-1, LauncherOne и многие другие.

В условиях нынешнего состояния рынка пусковых услуг использование специализированного сверхмалого носителя значительно уступает в эффективности попутным и кластерным запускам. Но несмотря на превосходство последних, нельзя не выделить ограничения, накладываемые на время такого запуска, параметры орбиты выведения и технические характеристики МКА. Таким образом можно обозначить следующие требования отрасли к СЛРН: кастомизация орбиты, оперативность выведения, удешевление технологий. Рациональным является использование всеазимутных средств запуска, к которым относится аэрокосмическая система с воздушным стартом (АКС ВС).

Подобный вид старта имеет ряд преимуществ [1]: экономия характеристической скорости, возможность старта с меньшей широты и мобильность, возможность выведения МКА на орбиту с произвольным наклонением и старта с любых сертифицированных аэродромов.

В работе были поставлены задачи формирования облика АКС ВС с новой пусковой установкой (ПУ), написание программы численного моделирования динамики десантирования РН из ПУ, с целью определения потребных параметров системы управления ПУ.

Рассматриваемая АКС ВС состоит из самолета-носителя (СН), ракеты-носителя сверхлегкого класса (СЛРН) и ПУ. Существует несколько способов размещения СЛРН относительно СН. Наиболее известными проектами с воздушным стартом являются LauncherOne компании Virgin Orbit и Pegasus корпорации Orbital Sciences Corporation. В перечисленных комплексах СЛРН подвешена под СН, что накладывает значительные ограничения на габариты СЛРН, требует изменения конструкции шасси.

В отличии от десантирования тяжелой военной техники десантирование такого протяженного объекта как СЛРН характеризуется появлением боковой парусности. Известны работы, где отмечается опасность данного вида старта. В отчетах проекта Airlaunch отмечается, что процесс выхода РН прошел штатно, хотя при выходе был слышен скрип и создано значительное отклонение центра масс РН в плоскости тангажа СН [2].

Предлагаемая в рамках данной АКС ВС оборудована новым вариантом ПУ, способным парировать возмущения, возникающие в процессе десантирования. В состав ПУ входит раздвижная ферменная направляющая; каретка для перемещения подвешенного груза, оснащенная балочными держателями, тележкой и приводным колесным блоком. Для компенсации дестабилизирующих моментов, возникающих при выдвижении СЛРН в нестационарный поток и при изменении центровки СН, ПУ оснащена системой управления балансировкой самолета-носителя (СУБСН). Рассматриваемая СУБСН представляет собой непрерывную систему управления углом тангажа СН, в состав которой входит датчик угла тангажа, исполнительный орган: аэродинамический стабилизатор с рулевыми машинками, установленный на конце выдвигаемой из грузового отсека в поток ферменной направляющей ПУ, а также ПИД-регулятор.

В целях удешевления разработки, в качестве самолета-носителя рассматривается последняя модификация широко распространенного самолета Ил-76МД-90А. Самолет используется не только в качестве многоразовой нулевой ступени, а также в качестве транспортного средства, также для эксплуатации РН на Земле.

В рамках исследования процесса воздушного старта была написана программа на языке C++ с подключением библиотек пакета для физического моделирования и симуляции Project Chrono с открытым исходным кодом.

По моделям исследуемых объектов, созданных в CAD системе, сформированы конечно-элементные сеточные модели для интеграции в код.

Программа реализует численное решение несимметричной системы итерационным методом минимальных невязок MINRES, численное интегрирование уравнений движения производится с шагом по времени в соответствии с аппроксимацией Эйлера первого порядка [3]. Результатом работы программы является вывод графического окна, демонстрирующего модерируемое движение 3D объектов, а также формируется несколько текстовых файлов, последующая обработка которых может проводиться в программах Matlab, Wolfram Mathematica.

В ходе моделирования был проведен анализ влияния параметров СУБСН на переходный процесс на этапе раскрытия ферменной конструкции и движения СЛРН по направляющим. Был произведен синтез ПИД-регулятора с подбором коэффициентов звеньев. Получилось определить потребную площадь управляющих аэродинамических плоскостей для реализации апериодического движения при переходном процессе десантирования с отклонениями по углу тангажа меньше 0,4 градуса.

Численное моделирование с помощью разработанного программного обеспечения для моделирования динамики десантирования СЛРН показало работоспособность системы управления по тангажу предложенной ПУ при работе в вертикальной плоскости. Полученная математическая модель позволяет напрямую решить задачу управления центровкой СН, подбора коэффициентов ПИД-регулятора для формирования управляющего сигнала. Подтверждена возможность стабилизации СН при десантировании СЛРН из грузового отсека СН с использованием СУБСН.

Дальнейшие исследования будут направлены на моделирование трехмерной задачи.

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). Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. 121 с.
2. Sarigul-Klijn M., Sarigul-Klijn N., Hudson G. Flight Testing of a Gravity Air Launch Method to Enable Responsive Space Access. DOI: https://doi.org/10.2514/6.2007-6146.
3. Tasora A. et al. Chrono: An Open Source Multi-physics Dynamics Engine. / In: Kozubek, T., Blaheta, R., Šístek, J., Rozložník, M., Čermák, M. (eds). High Performance Computing in Science and Engineering. HPCSE 2015. Lecture Notes in Computer Science. Switzerland: Springer International Publishing. 2016. V.9611. pp. 19–49. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-40361-8_2

УДК 004.946

VR-ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА КОЛЕБАНИЙ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Морозов В.О., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
Политов Д.П., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
politov@bmstu.ru
Смирнов К.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
Шиповалов М.В., 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 работе рассматривается проблема визуального восприятия механических колебаний сложных пространственных конструкций летательных аппаратов. Создан VR-инструмент, позволяющий моделировать колебания упруго-массовой модели (УММ) с визуализацией результатов в виртуальной реальности, что облегчает восприятие различных режимов колебаний. Актуальность проекта обуславливается необходимостью более глубокого понимания механических колебаний в аэрокосмической отрасли, ускорением процесса проектирования и обучения, а также возможностью оптимизации конструкций.

По мере изучения теории механических колебаний студентами, а также при конструкторской деятельности, возникает проблема визуального восприятия колебаний сложных пространственных конструкций. Виртуальная реальность, которая позволяет переместить человека в виртуальную 3D сцену, помогает рассмотреть исследуемый объект со всех ракурсов и более полно изучить его структуру и поведение, нежели при использовании плоского экрана с 2D визуализацией трехмерного тела.

Для визуализации колебаний пространственных конструкций выбран отечественный программный комплекс VR Concept, использующий российское графическое ядро C3D. Программа для расчета координат всех тел сцены в каждый момент времени написана на языке Python. Данный выбор сделан главным образом из-за простоты синтаксиса данного языка, что позволит студентам с относительно небольшими затратами сил и времени освоить созданное решение и применять его для улучшения понимания курса «Теории механических колебаний».

Связь между разработанной программой и программой-визуализатором происходит посредством UDP-протокола, использование которого позволяет отправлять данные в любую точку планеты с использованием сети интернет. Данная особенность позволяет проводить лабораторные работы со студентами даже в дистанционном формате.

Программа выполняет две главные задачи:

1. Расчет собственных форм колебаний УММ [1];
2. Численное моделирование колебаний УММ с учетом внешних сил и демпфирующих факторов.

Расчет собственных форм колебаний ведется по следующему алгоритму:

1. Формирование матрицы жесткости и матрицы масс на основании связей между точечными массами [2];
2. Нахождение собственных векторов-столбцов для каждой формы колебаний;
3. Сбор данных в пакет для дальнейшей отправки в систему VR-визуализации.

Численное моделирование колебаний УММ ведется по следующему алгоритму:

1. На каждом шаге основного цикла происходит вычисление сил, приложенных к каждому блоку;

2. На основании полученных сил находятся ускорение, скорость и следующая координата тела;
3. Сбор данных в пакет для дальнейшей отправки в систему VR-визуализации.

Численное моделирование можно проводить при помощи метода Верле или при помощи метода Рунге-Кутта 4-го порядка [3]. Метод Рунге-Кутта 4-го порядка проявляет нестабильность при большом шаге интегрирования, однако обладает высокой точностью при малом шаге. Метод Верле напротив, является стабильным, однако его точность ниже точности, получаемой при помощи метода Рунге-Кутта 4-го порядка.

Список литературы

1. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Унвер У. Колебания в инженерном деле / пер. с англ. Л.Г. Корнейчука; под ред. Э.И. Григолюка. М.: Машиностроение, 1985. 472 с.
2. Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний: Учеб. пособие для втузов. М.: Наука, 1971. 239 с.
3. Игумнов Л.А. Методы вычислительной математики. Решение уравнений и систем уравнений: учеб. пособие / Л.А. Игумнов, С.Ю. Литвинчук, Т.В. Юрченко. Н.Новгород: ННГАСУ, 2018. 100 с.

УДК 629.788

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА, СОВЕРШАЮЩЕГО ДОСТАВКУ ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА С ПОВЕРХНОСТИ ЛУНЫ

Обижаев А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
Alex_Obiz@mail.ru
Научный руководитель: Дмитриев С.Н., к.т.н, доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Рассмотрена задача баллистического проектирования автоматической межпланетной станции, совершающей посадку на поверхность Луны и возвращение полезного груза на Землю. Предложен алгоритм выбора проектных параметров, обеспечивающих минимальные затраты характеристической скорости. Для найденных проектных параметров проведен массовый анализ и предложен вариант реализации миссии. Проведено компоновочное проектирование и разработана твердотельная модель космического аппарата.

В последнее время актуальность исследования Луны с помощью космических аппаратов (КА) возрастает. Несмотря на множество экспериментальных данных, полученных от миссий, запущенных к Луне в прошлом веке, новые технологии позволяют проводить измерения с большей точностью, что важно для понимания истории нашей планеты. Луна также представляет технологический интерес как потенциальная база для дальнейшей колонизации Солнечной системы. Важным направлением исследований является поиск водяного льда, который может послужить источником воды, кислорода и топлива для будущих миссий на Луну [1].

В данной работе проводится баллистическое и конструктивно-компоновочное проектирование автоматической межпланетной станции (АМС) совершающей посадку в приполярных регионах Луны и доставляющей образцы лунного грунта обратно на Землю. КА состоит из спускаемого аппарата (СА) и возвращаемого аппарата (ВА). Переход на орбиту перелёта к Луне осуществляется силами разгонного блока (РБ) ракеты-носителя (РН). Цели аппарата - отработка технологий посадки с применением современных технических средств, отработка возвращения на Землю, сбор реголита для оценки содержания водяного льда, оценка региона посадки для последующего исследования. В качестве аналогов можно рассматривать советскую АМС «Луна-24» и китайскую АМС «Чанъэ-5».

В рамках баллистического расчёта определим затраты характеристической скорости для лунного перелёта, посадки и возвращения на Землю. Расчёт перехода с опорной околоземной орбиты на орбиту перелёта к Луне и перехода с перелётной орбиты на орбиту искусственного спутника Луны (ИСЛ) осуществляется исходя из метода сфер действия тяготения. Аналогичным образом, были найдены затраты характеристической скорости для перехода с орбиты ИСЛ на орбиту перелёта к Земле. Была рассмотрена задача фазирования и определён фазовый угол точки выполнения манёвра на опорной орбите, обеспечивающий встречу КА и Луны.

Посадка на поверхность Луны с орбиты ИСЛ будет осуществляться согласно следующим этапам – переход на орбиту снижения, пассивный полёт до перицентра орбиты снижения, гашение горизонтальной скорости, вертикализация и пассивный полёт, гашение вертикальной скорости и мягкая посадка. Была составлена математическая модель движения КА при гашении горизонтальной и вертикальной скорости, рассмотрено влияние удельной тяги и начальной тяговооружённости на затраты характеристической скорости и на время выполнения этапов. На основе полученных зависимостей, был составлен алгоритм выбора проектных параметров, позволяющих обеспечить посадку, алгоритм реализован в пакете компьютерной алгебры Wolfram Mathematica. В качестве результата расчёта, были выбраны проектные параметры КА – начальная тяговооруженность и удельная тяга, а также найдены затраты характеристической скорости посадки – 2123 м/с.

При подъёме с лунной поверхности на орбиту ИСЛ рассмотрена схема взлёта КА с линейно изменяющимся углом тангажа [2]. Была составлена математическая модель движения КА при взлёте, с помощью пакета компьютерной алгебры Wolfram Mathematica проанализирована связь проектных параметров КА с затратами характеристической скорости. Исходя из конечной скорости на этапе взлёта, определены затраты характеристической скорости для скругления орбиты. Исходя из расчёта этапа взлёта с поверхности Луны, выбраны начальная тяговооруженность, удельная тяга, скорость изменения угла тангажа и найдены затраты характеристической скорости – 2047 м/с.

В результате баллистического расчёта, найдены затраты характеристической скорости РБ – 3126 м/с, СА – 2944 м/с, ВА – 2675 м/с. Исходя из найденных затрат характеристической скорости, был выбран РН с РБ – РН «Ангара-А5» и РБ «Бриз-М» [3]. После проведения массового анализа были найдены: масса КА – 4941 кг, масса научной аппаратуры, включенной в состав СА – 104,7 кг, масса лунного грунта, возвращаемого на Землю ВА – 5,3 кг. По найденным проектным параметром проведено конструктивно-компоновочное проектирование и создана твердотельная модель КА.

Список литературы

1. Долгополов В.П., Ефанов В.В., Зайцева О.Н., Зеленый Л.М. и др. Перспективные космические аппараты для фундаментальных и прикладных исследований Луны // Космонавтика и ракетостроение. 2011. Т.3, № 64. С. 52-63.
2. Егоров В.А., Гусев Л.И. Динамика перелётов между Землей и Луной. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. 544 с.
3. Беляев А.В., Зеленцов Вл.В., Щеглов Г.А. Средства выведения космических летательных аппаратов: Учеб. пособие для курсового и дипломного проектирования. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. 56 с.

УДК 629.7.01:629.78

ЗАДАЧА НЕКОМПЛАНАРНОГО ПЕРЕЛЕТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ОКОЛОКРУГОВУЮ ОРБИТУ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДВИГАТЕЛЕЙ МАЛОЙ ТЯГИ

Пашин Р.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
roman.pashin99@gmail.com
Научный руководитель: Аверьянов П.В., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Рассмотрена задача оптимизации некомпланарного перелета космического аппарата на околокруговую орбиту с применением двигателей малой тяги. Предложен алгоритм оптимального управления по критерию минимизации затрат рабочего тела. Управление заключается в определении углов ориентации тяги и моментов включения и выключения двигательной установки. Выполнено моделирование задачи перелета космического аппарата с низкой околоземной орбиты на геостационарную с помощью программы, разработанной на языке C#.

При решении задач оптимизации перелета космического аппарата (КА) часто применяются методы оптимизации первого порядка. Эти методы чувствительны к начальному приближению, а также локальным экстремумам и разрывам целевой функции. При рассмотрении задачи оптимизации некомпланарного перелета КА по критерию минимизации затрат рабочего тела затруднительно аналитически определить начальное приближение. В данной работе предложен алгоритм, обеспечивающий сходимость задачи при отсутствии близкого к решению начального приближения.

Решение задачи некомпланарного перелета сводится к решению компланарной задачи, последовательному увеличению наклонения между начальной и конечной орбитами с адаптивным шагом и решению соответствующей некомпланарной задачи. Если наклонение между орбитами меньше заданного значения, расчет проводится с пониженной точностью для повышения производительности алгоритма.

Для последовательного нахождения начального приближения используется метод роя частиц (МРЧ) [1]. При инициализации роя точки располагаются по сетке. Центром сетки является результат решения предыдущей задачи перелета. Для компланарной задачи координаты центра определяются аналитически. При нахождении близкого к решению начального приближения оно уточняется модифицированным методом Ньютона.

Проведен сравнительный анализ применения прямоугольной сетки и концентрической с чередованием расположения узлов на каждом шаге. По результатам анализа концентрическая сетка обеспечивает лучшую сходимость из-за сосредоточенности узлов вокруг начального приближения и большего разнообразия варьируемых параметров.

Орбитальное движение центра масс (ЦМ) КА рассматривается в сферической геоцентрической системе координат. Направление вектора тяги двигательной установки (ДУ) определяется двумя углами ориентации: углом в плоскости местного горизонта, отсчитываемым от направления на север, и углом между вектором тяги и его проекцией на плоскость местного горизонта. Движение ЦМ КА рассматривается в центральном гравитационном поле при отсутствии внешних возмущений. Предполагается, что движение КА начинается в восходящем узле начальной орбиты.

Оптимизация перелета по критерию минимизации затрат рабочего тела выполняется путем решения задачи вариационного исчисления с закрепленным левым и незакрепленным правым концами. Для этого на интервале перелета методом Рунге-Кутта четвертого порядка с фиксированным шагом по времени интегрируется расширенная система дифференциальных уравнений 12-го порядка, включающая уравнения орбитального движения и пять уравнений сопряженных переменных. Для определения параметров управления используется условие экстремума гамильтониана по каждому параметру.

Для уменьшения порядка задачи оптимизации решение сводится к нахождению начальных значений углов ориентации тяги и их производных по времени, связанных с начальными значениями сопряженных переменных [2]. Искомые значения представляются аргументами целевых функций конечных значений, которые в ходе решения минимизируются.

Для решения поставленной задачи использована платформа Windows Forms из среды Microsoft Visual Studio 2019 и библиотека OpenTK. Код программы написан на языке C# и содержит порядка 3000 строк. Работа созданной программы рассматривается на примере решения задачи перелета КА с низкой околоземной орбиты наклонением 51,6° на геостационарную. Начальная масса КА составляет 800 кг, тяга ДУ 0,24 Н, удельный импульс ДУ – 1875,6 с. Решение получено за 70 с, выполнено 4 шага по наклонению между орбитами, 21 итерация МРЧ и 5 итераций модифицированного метода Ньютона. Длительность перелета составляет 316 суток, из которых время работы ДУ – 229 суток (72,5% от общего времени полета). На начальном этапе полета ДУ работает постоянно. По мере приближения к конечной орбите участки работы ДУ уменьшаются и располагаются в окрестности апсидных точек. На маневрирование требуется 258 кг топлива.

Созданная программа позволяет на основе разработанного алгоритма решать задачи некомпланарного перелета КА на околокруговую орбиту с применением двигателей малой тяги.

Список литературы

1. Казакова Е.М. Краткий обзор методов оптимизации на основе роя частиц // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. Науки. 2022. Т. 39. № 2. С. 150–174.
2. Лебедев В.Н. Расчет движения космического аппарата с малой тягой. М.: Издательство АН СССР, 1968. 107 с.

УДК 629.7.01:629.78

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МНОГОРАЗОВОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДОСТАВКИ МАЛЫХ И СВЕРХМАЛЫХ АППАРАТОВ К ЛУНЕ

Пашин Р.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
roman.pashin99@gmail.com
Раднаев Б.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
r4dnaewb@yandex.ru
Шмаков И.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
ash.sentinel2050@gmail.com
Научный руководитель: Дмитриев С.Н., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Разработана многоразовая космическая транспортная система для доставки малой полезной нагрузки к Луне. В состав системы входят разгонный блок, блок доставки и заправочный модуль. Система обеспечивает доставку полезной нагрузки до 150 кг на целевую орбиту и до 50 кг на поверхность Луны ежегодно в течение десяти лет.

На сегодняшний день существует ряд программ по освоению Луны государственных и частных космических организаций по всему миру. Это направление является одним из наиболее перспективных в современной космонавтике. Использование в составе космических аппаратов (КА) микроэлектроники привело к активному развитию сверхмалых КА формата «CubeSat», применение которых возможно в целях исследования и освоения Луны [1, 2]. По этим причинам актуальным является вопрос удешевления и налаживания грузопотока малой полезной нагрузки (ПН) к Луне.

С этой целью разрабатывается многоразовая космическая транспортная система, состоящая из разгонного блока (РБ), заправочного модуля (ЗМ) и блока доставки (БД). Транспортный рейс выполняется в несколько этапов. РБ доставляет БД с орбиты Российской орбитальной станции (РОС) на траекторию перелета к Луне. При сближении с Луной БД выдает тормозной импульс с формированием окололунной орбиты. Дальнейшие орбитальные маневры БД зависят от целевого назначения ПН. После отстыковки РБ возвращается на орбиту РОС, где производится стыковка с ЗМ и заправка РБ. После запуска нового БД и его последующей стыковки с РБ выполняется следующий рейс.

В составе маршевой двигательной установки (МДУ) РБ используется два электрореактивных двигателя СПД «ATON» с общим энергопотреблением 6 кВт. Для обеспечения требуемых энергозатрат на РБ установлены две арсенид-галлиевые солнечные батареи общей площадью 23 м^2. С целью повышения экономической эффективности применяется перспективная технология использования йода в качестве рабочего тела МДУ [3]. Для возможности многократной стыковки РБ оснащен оригинальным стыковочным модулем, аналогичным системе «Flight Support System», применяемой в составе КА «Space Shuttle». Полная масса РБ составляет 225 кг.

Использование ЗМ предполагается в составе РОС. В составе ЗМ хранится девять топливных баков. ЗМ оснащен двумя стыковочными модулями для стыковки с РБ и РОС. Модуль, обеспечивающие стыковку с РОС, совместим с активным стыковочным узлом манипулятора «ERA». Заправка заключается в замене отработанного бака РБ на один из заправленных баков ЗМ. Перемещение баков в ЗМ осуществляется при помощи замкнутой роликово-канатной системы. Стартовая масса ЗМ составляет 1350 кг.

БД представляет собой ступень РБ для орбитального маневрирования в окололунном пространстве. В составе МДУ используется два жидкостных двигателя 11Д458Ф. Конфигурация БД зависит от типа ПН. Для выведения группировки КА в составе БД предусматривается система

последовательной отстыковки до шести диспенсеров размером 12U. Для доставки ПН на поверхность Луны БД снабжается дополнительным ресурсом топлива и конструктивными элементами, необходимыми для посадки. БД оснащен стыковочным модулем для стыковки с РБ. Стартовая масса БД составляет 250 кг в орбитальной и 300 кг в посадочной конфигурациях соответственно.

Такая система позволяет доставить ПН общей массой до 150 кг на целевую орбиту Луны с учетом затрат на фазирование, а также ПН массой до 50 кг на поверхность Луны.

Разработка и применение такой системы позволит снизить стоимость доставки одного килограмма ПН к Луне с 400 до 350 тыс. долларов согласно оценке на основе модели «Advanced Missions Cost Model», а также обеспечить ежегодные транспортные рейсы в течение десяти лет.

Список литературы

1. B. Cheetham, T. Gardner, A. Forsman, E. Kayser, M. Clarkson. CAPSTONE: A Unique CubeSat Platform for a Navigation Demonstration in Cislunar Space. Reston, ASCEND 2022, number October, 2022, pp. 1–10.
2. D. Folta, N. Bosanac, A. Cox, and K. Howell. The Lunar IceCube Mission Design: Construction of Feasible Transfer Trajectories with a Constrained Departure. Advances in the Astronautical Sciences, 2016.
3. Островский В.Г., Смоленцев А.А., Щербина П.А. Йод как альтернативное рабочее тело электроракетных двигателей. // Вестник СГАУ. 2014. № 5 (47), Ч. 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/yod-kak-alternativnoe-rabochee-telo-elektroraketnyh-dvigateley (Дата обращения: 15.03.2024).

УДК 534.1

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УДАРНОГО ГАСИТЕЛЯ КОЛЕБАНИЙ

Руднев С.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
serg.v.rud@mail.ru
Научный руководитель: Хамидулин Р.К. начальник НИС 03-30, ст. преподаватель
АО ВПК «НПО машиностроения», МГТУ им. Н.Э. Баумана

Исследование, направленное на определение эффективности ударного гасителя колебаний в сторону уменьшения амплитуды в системах с переменной нагрузкой. В эксперименте проводятся изменение амплитуды колебаний до и после применения ударного гасителя, что позволяет оценить его эффективность и оптимальные параметры.

Ударные гасители колебаний являются эффективным средством для снижения амплитуды колебаний в различных системах. Они применяются во многих областях, включая авиацию, автомобильную промышленность, энергетику и другие. Чаще всего в конструкциях используются ударные гасители с последующей деформацией тела, испытывающего нагрузки, но также существует подкласс, где энергия после соударения рассеивается в упругих элементах.

Одним из недостатков ударных гасителей является сложность проведения аналитического расчета их эффективности. В аналитических выражениях, позволяющих делать оценку эффективности ударных гасителей [1], часть параметров могут быть определены только экспериментальным путем. Еще более сложным вопросом является определение частотных диапазонов наибольшей и наименьшей эффективности ударных гасителей, так как при некорректной подборе параметров гасителя амплитуда колебаний в некоторых частотных диапазонах может существенно усиливаться [2].

В настоящей работе проведен итерационный подбор параметров плавающего ударного гасителя колебаний [3], установленного на защищаемой конструкции для снижения

среднеквадратичных значений (СКЗ) перегрузок. В качестве защищаемой конструкции использовалась консольно закрепленная к вибростенду балка, на которую подавалось широкополосное случайное воздействие с равномерным спектром в диапазоне 20 – 2000 Гц. Плавающий ударный гаситель представлял собой металлический груз, покрытый резиной, свободно установленный в металлическом стакане. Стакан крепился к защищаемой конструкции посредством болтового соединения.

В процессе работы варьировались параметры массы груза и толщины резинового прослойки. В результате было установлено:

- эффективность ударного гасителя прямо пропорциональна массе груза;
- при малой толщине резиновой прослойки или её отсутствии плавающий гаситель увеличивает перегрузки на защищаемой конструкции, по сути, становясь не гасителем, а скорее источником дополнительных колебаний;
- требуемая толщина резиновой прослойки ударного гасителя зависит от уровня задаваемого воздействия. В случае слишком большой толщины или слишком малого уровня воздействия эффективность ударного гасителя снижается, т.к. груз будет иметь слишком малые скорости относительно защищаемой конструкции;
- важным параметром является местоположение ударного гасителя. Для оптимальной эффективности гаситель должен располагаться в области максимальных амплитуд колебаний (в случае консольной балки - ближе к свободному краю).

С учетом вышеперечисленных выводов, в результате экспериментальных исследований на защищаемой конструкции получилось достигнуть снижения СКЗ перегрузок на 15% при использовании ударного гасителя массой менее 1% от массы защищаемой конструкции. Стоит отметить, что данные результаты могут быть улучшены за счет подбора материала упругого покрытия, уменьшения шага по его толщине, а также подбора оптимального зазора между грузом и стенками металлического стакана.

Исследование показало, что ударные гасители колебаний могут быть эффективным средством уменьшения амплитуды колебаний в системах с переменной нагрузкой и могут быть полезны, в том числе для обеспечения динамической прочности крылатых ракет и космических аппаратов. При этом для достижения оптимальных результатов необходимо учитывать особенности конкретной системы и осуществлять итерационный подбор параметров ударного гасителя. В рамках дальнейших исследований считаем целесообразным отработать методику подбора параметров гасителя аналитически, на основе полученных в рамках предварительных экспериментальных исследований результатах.

Список литературы

1. Дукарт А.В. Задачи теории ударных гасителей колебаний: Монография. М.: Издательство АСВ, 2006. 219 с.
2. Zamuragin Y.M.; Gouskov A.M. Vibration impact dampers features // AIP Conference Proceedings. 2023. № 2697. DOI: 10.1063/5.0112021.
3. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т. / ред. совет: В.Н. Челомей (пред.). М.: Машиностроение, 1981. Т. 6. Вибрационные процессы и машины / под ред. Э. Э. Лавендела. 1981. 354 с.

УДК 62-872

МОДЕЛЬ ЭКЗОСКЕЛЕТА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ РУК

Синицкий М.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
matsinickiy@mail.ru
Научные руководители: Корнеева А.Г., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
Моряков Д.Н., инженер-конструктор
АО ВПК «НПО Машиностроение», Отдел 02-12

Теоретическая часть работы заключается в изучении принципа действия экзоскелетов, биомеханики и анатомии опорно-двигательного аппарата.

Практическая часть заключается в изготовлении действующего устройства. Конструкция может быть востребована как в медицинских учреждениях, так и на дому, так как мобильна и позволяет заниматься восстанавливающими упражнениями без присутствия врача физиотерапевта.

На рынке медицинских устройств представлено ограниченное количество моделей экзоскелетов. Преимущественно, они требуются для реабилитации мышц конечностей, потерявших двигательную активность в результате различных заболеваний или травм. Однако, существующие модели являются крупногабаритными устройствами, использование которых, хоть и исключает необходимость постоянного надзора физиотерапевта, но требует отдельного помещения и жесткого крепления в пол.

Принцип работы таких моделей экзоскелетов основан не на электромагнитном сигнале, а, преимущественно, удерживает конечность пациента и выполняет ряд заданных упражнений. Такой принцип успешен, однако, он полностью исключает контроль со стороны пациента, а также возможность изменения силовых характеристик, в зависимости от приложенной силы пациента, что обеспечило бы поэтапное восстановление мышечной активности. В данной работе применяется принцип, основанный на организации человеко-машинного интерфейса с помощью электромиографического способа, выбранного после ряда экспериментов вместо предполагаемого сономиографического контроля, ввиду его большей доступности.

Структурно, изготовленную в ходе работы модель экзоскелета, можно описать следующим образом: движимая сочленённая рука и недвижимый крепёжный каркас. Экзоскелет мобилен, однако каркас, закрепляемый непосредственно на теле пациента, является жесткой опорой для основной конструкции.

В качестве «эталонного» размера для частей экзоскелета, в работе использовались габариты автора, так как испытания проводились непосредственно на нём. После снятия мерок и определения соответствующих весов частей руки [1], для понимания расположения плеч рычагов и векторов их вращения была составлена кинематическая схема. Исходя из полученных данных, из деревянных реек и сервоприводов был изготовлен прототип, который показал возможные недостатки конструкции. А именно: «*проблема крепления*» и «*проблема расположения*». *Проблема крепления* заключалась в неплотном прилегании деталей экзоскелета к биологической руке, что обеспечивало наличие люфта, который, в свою очередь приводил к некорректной работе устройства. *Проблема расположения* заключалась в дислокации сервоприводов на детали относительно биологической руки. Так как биологический локоть и «локоть» экзоскелета не могут быть совмещены ввиду особенностей конфигурации человеческого тела, было принято решение об изменении конструкции для смещения точки сгиба. Кроме того, для решения первой проблемы были добавлены обтекаемые прорезиненные пластиковые хомуты, полностью покрывающие предплечье и плечо, а также изменение формы фиксирующих креплений, что минимизировало имеющийся люфт. Из-за наличия нескольких степеней свободы у плечевого сустава, необходимо было изготовить три-направленный плечевой шарнир. Аналогичных конструкций, полностью решающих проблему, обнаружено не было, а потому три-направленный

плечевой шарнир был разработан с нуля. Всего было разработано и изготовлено три прототипа. В итоговой модели установлены сервоприводы большей мощности, а для несущей конструкции использован укрепленный в парах дихлорметана пластик.

После внесения изменений в конструкцию, были проведены испытания ЭМГ-датчика, организован человеко-машинный интерфейс, составлен программный цикл упражнений. Пороговое значение считываемого с мышцы импульса было настроено на возможный минимум. Конструкция была смонтирована и протестирована, показав положительный результат.

Список литературы

1. Зациорский В.М., Аруин А.С., Селуянов В.Н. Биомеханика двигательного аппарата человека. М.: Физкультура и спорт, 1981. 38 с.

УДК 629.7.015

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО НАГРУЖЕНИЯ СВЕРХЛЕГКОЙ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ ПРИ ВОЗДУШНОМ СТАРТЕ МЕТОДОМ ВИХРЕВЫХ ПЕТЕЛЬ.

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 работе рассмотрено численное моделирование нестационарного аэродинамического нагружения сверхлегкой ракеты-носителя при воздушном старте из грузового отсека самолета-носителя. В процессе решения задачи использовались Project Chrono API, OpenCASCADE API, GMSH API на базе языка C++. Выполнено численное моделирование определения аэродинамических нагрузок методом вихревых петель в программе VM3D.

Создание аэрокосмической системы воздушного старта (АКСВС) обуславливается стремительным ростом числа малых космических аппаратов, что сформировало высокий спрос несоответствующий предложению на рынке средств выведения, для данного класса космических аппаратов, как было отмечено в [1].

В зарубежных проектах Nasa Pegasus, Virgin Orbit LauncherONE, использовались специализированные самолеты-носители, что сильно усложняет процесс проектирования, обслуживания и наращивания количества подобных систем. Для снижения стоимости и достижения высокой взаимозаменяемости было предложено использовать самолёт ИЛ-76 в различных модификациях, чья численность составляет 122 самолета на сегодняшний день, что значительно больше, в сравнении с другими самолетами, используемыми в зарубежных проектах. Для минимизации вмешательства в конструкцию самолета, было принято решение располагать сверхлегкую ракету-носитель (СЛРН) в транспортно-пусковом контейнере, расположенном в грузовом отсеке.

Важно отметить, что при старте СЛРН из грузового отсека, возникают нестационарные нагрузки от возмущенного аэродинамического потока за самолетом-носителем. В целях описания полной математической модели, был разработан алгоритм численного расчета динамики многих тел, дополненный методом вихревых петель в программном комплексе VM3D, для расчета связанной задачи при десантировании СЛРН из самолета-носителя.

В ходе численного моделирования, для повышения точности требуется формировать на каждом шаге интегрирования треугольную равномерную сетку, на которую воздействуют аэродинамические нагрузки, рассчитываемые методом вихревых петель [2]. При этом на каждом шаге к сетке предъявляются следующие требования: сетка должна быть непрерывна, нормали треугольных элементов должны быть направлены строго наружу, не должны дублироваться узлы

в одной точке, не должны дублироваться треугольные элементы, площадь треугольного элемента должна быть соразмерной с остальными элементами, где это возможно.

Для формирования адаптивной сетки был разработан программный комплекс на языке C++ с API Project Chrono V7.0.3, API OpenCASCADE, API GMSH. Программа генерирует для каждого шага интегрирования по положению тел в данный момент времени расчетную сетку в формате *.vtk и *.stl, что позволяет удобно и быстро визуализировать результаты для оценки покадрового изменения расчетной сетки.

В результате алгоритм численного моделирования динамики старта СЛРН с самолёта-носителя, представленный в работе [3], был дополнен вычислением аэродинамических нагрузок с помощью метода вихревых петель в программном комплексе VM3D, что позволило решать связанную задачу.

Список литературы

1. 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. Н.Э. Баумана. Москва, 2010. 121 с.
2. Марчевский И.К., Щеглов Г.А., Дергачев С.А. VM3D — программный комплекс для моделирования пространственных течений несжимаемой среды вихревыми методами. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022660838. Зарегистрировано 10.06.2022.
3. Томаев И.И. Численное моделирование процесса десантирования ракеты-носителя сверхлегкого класса из самолета-носителя: сборник тезисов, посвященный памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства // XLVII Академические чтения по космонавтике (Москва, 24–27 января 2023 года). Т.4. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. С. 400-401.

УДК 621.646.3+51-74

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГИДРАВЛИЧЕСКОМ СТАБИЛИЗАТОРЕ РАСХОДА

Щербаков Н.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
scherbakovns@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Иванов М.Ю., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Целью работы является исследование возможности усовершенствования существующей запатентованной конструкции стабилизатора расхода [1], что обеспечивало бы высокую точность поддержания объёмного расхода жидкости (порядка ±5% от номинального значения) в условиях широкого изменения перепада давления (~300 атм) на устройстве и воздействия гидродинамической силы на его чувствительный элемент (золотник). Стабилизаторы расхода широко применяются в гидравлических системах синхронизации движения исполнительных органов различного назначения, в том числе в аэрокосмической технике [2]. Для достижения сформулированной цели решались следующие задачи.

Первая задача работы – это анализ конструкции существующего гидравлического стабилизатора расхода. В результате анализа установлено, что устройство обладает выраженным положительным статизмом расходно-перепадной характеристики. Угол наклона графика зависимости объёмного расхода Q от перепада давления Δp к горизонтальной оси составляет ~29°. При этом точность поддержания объёмного расхода находится в диапазоне ±10% от номинального значения 0,8 л/с. Из опыта создания стабилизаторов расхода известно, что статизм их характеристики обусловлен в основном характером функциональной зависимости осевой составляющей гидродинамической силы от линейного перемещения золотника. Такая зависимость для существующего устройства уже определена по результатам натурных испытаний [1]. Для новой проектируемой конструкции зависимость устанавливается с помощью трёхмерного компьютерного моделирования движения жидкости во внутренних полостях стабилизатора расхода.

Вторая задача работы – это формулирование и решение задачи оптимального усовершенствования конструкции существующего стабилизатора расхода для минимизации положительного статизма его характеристики. Для того чтобы установить существование численного решения такой задачи записана статическая модель устройства и выбраны варьируемые параметры. Предполагается, что эти параметры незначительно отклоняются от соответствующих номинальных значений и особенности конструкции стабилизатора расхода сохраняются. Поэтому вид функциональной зависимости осевой составляющей гидродинамической силы от линейного перемещения золотника также существенно не изменится. С помощью графического калькулятора Desmos показано, что при различных сочетаниях варьируемых параметров возможно получить расходно-перепадные характеристики как с положительным, так и с отрицательным статизмом. Тогда существует и промежуточное решение – характеристика с минимальным положительным статизмом, которую требуется определить. Для решения задачи оптимального усовершенствования используется динамическая модель функционирования устройства и эволюционный алгоритм оптимизации.

Третья задача работы – это создание динамической математической модели для описания физических процессов, происходящих в стабилизаторе расхода. Решается прямая задача или задача анализа. Для этого выбрана нестационарная модель с сосредоточенными параметрами, дифференциальные уравнения которой описывают движение золотника и изменение давления жидкости в различных полостях устройства. Особенностью математических моделей гидравлических устройств с изменяемыми внутренними полостями является их свойство жёсткости. В связи с этим численное моделирование выполнено с применением неявного метода Гира [3]. Преимущества метода состоят в его более высоком быстродействии по сравнению с

явными конечно-разностными схемами и устойчивости вычислительного процесса. Быстродействие алгоритма задачи анализа является важным свойством для последующего решения задачи оптимизации, которая многократно запускает алгоритм задачи анализа при различных значениях варьируемых параметров. Выполнена верификация метода Гира на тестовом примере. Проведена серия вычислительных экспериментов с помощью разработанного на языке C++ программного комплекса, демонстрирующие особенности переходных процессов в устройстве, а также валидация математической модели.

Четвёртая задача работы – это численное решение задачи оптимального усовершенствования существующей конструкции стабилизатора расхода. Для этого применялся известный эволюционный метод – генетический алгоритм с вещественным кодированием. Выбор метода обусловлен особенностями целевой функции, которая представляется в виде численного алгоритма и программного кода, что затрудняет нахождение её производных, необходимых, например, в градиентных методах. Выполнена модернизация программного комплекса, в который добавлен модуль для вычисления оптимального решения. Проведена серия соответствующих вычислительных экспериментов. Показано, что усовершенствование существующей конструкции стабилизатора расхода возможно – угол наклона графика зависимости Q от Δp к горизонтальной оси уменьшился до ~16°, т.е. практически в два раза. Удаётся достичь более высокой точности поддержания объёмного расхода жидкости (порядка ±7,5% от номинального значения) при сохранении широкого изменения перепада давления (~300 атм) на устройстве. Однако, номинальное значение объёмного расхода может измениться. Для сохранения прежнего значения номинального объёмного расхода (0,8 л/с) необходимо решить двухкритериальную задачу оптимизации, что является предметом дальнейших исследований.

Список литературы

1. Иванов М.Ю., Новиков А.Е., Реш Г.Ф. Особенности проектирования и численного моделирования стабилизаторов расхода в системах синхронизации движения исполнительных органов // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 2017. № 2. С. 54–65. DOI: 10:18698/0236-3941-2017-2-54-65.
2. Бушуев А.Ю., Иванов М.Ю., Коротаев Д.В., Реш Г.Ф. Математическое моделирование дроссельных гидросистем синхронизации исполнительных органов летательных аппаратов: учебное пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. 135 с.
3. Шиманская Т.М., Зродников А.В. Эффективный алгоритм интегрирования уравнений кинетики реактора на основе численных методов Гира. Препринт ФЭИ-1478. Обнинск: ФЭИ, 1983. 18 с.

РАЗДЕЛ «БЕЗОПАСНОСТЬ В ЦИФРОВОМ МИРЕ»

УДК 343

СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА УГОЛОВНУЮ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ СУДЕБНОГО ЭКСПЕРТА

Арбузова О.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
arbuzovaoa@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Милаева М.Ю., к.ю.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

Эксперт играет важную роль при назначении наказания. Ответственность эксперта обозначена в уголовном кодексе (ст. 307 УК РФ, ст. 310 УК РФ), потому что только экспертное заключение требуется при решении дел, связанные со статьями такими как 115,116 УК РФ. В Государственную Думу внесены поправки в УК РФ, вводящие ответственность за заведомо ложные заключения или показания эксперта, специалиста или неправильный перевод, которые даны правоохранительным органам в ходе рассмотрения ими сообщения о преступлении [1].

В соответствии с ст. 57 УПК РФ экспертом является лицо, которое обладает специальными знаниями и назначается для производства судебной экспертизы и дачи заключения [2].

Изучив статистику от судебного департамента в период с 2018 по 2022 год по ч.1 ст.307 УК РФ и ч.2 ст.307 УК РФ, мы можем видеть, что большее число преступлений по ч.1 ст.307 УК РФ были в 2018 и 2019 годах, а по ч.2 ст.307 УК РФ количество совершённых преступлений с каждым годом уменьшается, снижение данных может быть следствием комплексного воздействия различных факторов, включая усиление контроля, осведомленность общественности, применение новых технологий и изменения в экономической сфере, а по ст.310 УК РФ за эти годы равна 0.

Каждый раз, когда эксперту поручается проведение экспертизы, он получает предупреждение об уголовной ответственности согласно соответствующим статьям УК РФ [3]. С точки зрения уголовного права, преднамеренное представление ложного заключения экспертом рассматривается как преступление против правосудия, а с уголовно-процессуальной точки зрения - как вновь обнаруженные обстоятельства в соответствии с п. 1 ч. 3 статьи 413 УПК РФ.

Исследования показывают, что экспертное заключение считается ложным, если в нем произошла подмена объектов экспертизы, изменение идентификационных данных исследуемого объекта, неверное изложение фактических данных (искажение, вымышленные сведения, скрытые признаки объекта), прямое их отрицание, заведомо неверная оценка экспертом (например, применение неадекватных методов исследования) или сделаны заведомо ошибочные выводы. Ложность экспертизы устанавливает орган, назначивший ее. Преступление считается совершенным с момента предоставления ложного заключения, независимо от его последствий для дела.

Правомерным и обоснованным является мнение о том, что судебный эксперт может быть привлечен к уголовной ответственности за предоставление заведомо ложного заключения, независимо от того, были ли приняты какие-либо последствия, принял ли суд это заключение как основу доказательств или нет. Оценка уголовной ответственности в таких случаях является чрезвычайно сложной из-за отсутствия четких критериев для отграничения преступных и непреступных (неправильных) действий эксперта. Поэтому важным становится определение и формулирование оснований уголовной ответственности за ненадлежащее выполнение своих обязанностей со стороны судебного эксперта.

Уголовная ответственность за сокрытие факта ложности заключения эксперта — это важная мера обеспечения справедливости, законности и доверия к работе судебных экспертов.

Подводя итог, автор пришёл к выводу о том, что для того, чтобы уменьшить количество преступлений, связанных с уголовной ответственностью судебных экспертов необходимо принять ряд мер, направленных на повышение профессионализма, ответственности и этичности их деятельности. Автор предлагает обеспечить прозрачность и документирование деятельности судебных экспертов для повышения качества и объективности результатов, а также для обеспечения надежности проводимых исследований. Ещё одним предложение будет являться повышение ответственности судебных экспертов за недобросовестное выполнение своих обязанностей, вводя более строгие наказания (штрафы, административные меры и уголовную ответственность в случае умышленных преступлений), а также увольнение с должности. Таким образом, реализация указанных перспектив позволит совершенствовать систему уголовной ответственности судебных экспертов, укрепить доверие к их деятельности и повысить эффективность и справедливость судебной экспертизы в целом.

Список литературы.

1. За ложную экспертизу, приведшую к возбуждению уголовного дела, будет грозить ответственность / Государственная Дума Федерального собрания Российской Федерации. URL: http://duma.gov.ru/news/45664/ (Дата обращения: 20.04.2024).
2. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации от 18.12.2001 N 174-ФЗ / ред. от 06.04.2024, Официальный интернет-портал правовой информации / URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102073942 (Дата обращения: 20.04.2024).
3. Уголовный кодекс Российской Федерации / Официальный интернет-портал правовой информации. URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody&nd=102041891 (Дата обращения: 20.04.2024).

УДК 347.77

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ПРАВАМИ НА ВИДЕОИГРЫ КАК ПРОДУКТА

Беккер Е.Н., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
eug90@bk.ru
Научный руководитель: Видякина О.В., к.э.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

Современная индустрия видеоигр представляет собой динамично развивающуюся сферу, где управление интеллектуальной собственностью играет ключевую роль. Функциональный подход предлагает комплексное управление через пять основных функций, каждая из которых способствует оптимизации и эффективности процессов в компании.

Организация.

Эффективная организация в контексте управления правами на видеоигры начинается с четкого определения структуры управления и распределения ролей и ответственности. Это создает основу для координации усилий и ресурсов, направленных на защиту и использование интеллектуальной собственности.

Планирование.

Стратегическое планирование включает разработку долгосрочных и краткосрочных целей по управлению правами. Важными элементами являются анализ рынка, оценка тенденций и рисков, что позволяет адаптировать стратегию управления в соответствии с изменениями в законодательстве и технологиях.

Координация.

Координация действий различных отделов и внешних партнеров необходима для обеспечения согласованности стратегии управления правами. Это включает взаимодействие между отделами разработки, маркетинга, юридического обеспечения и продаж, что способствует устойчивому развитию продуктов.

Контроль.

Контроль позволяет отслеживать выполнение установленных процедур и своевременно реагировать на возможные отклонения. Это включает мониторинг использования и распространения игрового контента, а также оценку эффективности мер по защите и коммерциализации прав.

Распоряжение.

Распоряжение касается принятия решений о лицензировании, продаже прав и их защите. Определение условий лицензионных соглашений, ценообразование и выбор каналов дистрибуции являются ключевыми аспектами этой функции.

«Шахматная модель управления».

Эта модель предлагает инновационный подход к визуализации и структурированию портфеля интеллектуальной собственности, сравнивая её с шахматной доской, где каждый объект интеллектуальной собственности соответствует определенной фигуре с уникальными возможностями и ограничениями. Это позволяет прогнозировать ходы конкурентов и адаптироваться к изменениям рынка.

Функциональный подход и «Шахматная модель» обеспечивают мощные инструменты для управления правами на видеоигры, позволяя компаниям не только защищать свои активы, но и активно их коммерциализировать. Оба подхода способствуют повышению гибкости и стратегической адаптивности в управлении интеллектуальной собственностью [1-3].

Список литературы

1. Видякина О.В. IP Atom продукта // Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность. 2022. № 8. С.39-46.
2. Беккер Е.Н. Шахматная модель управления в индустрии видеоигр на примере комплексной правовой охраны интеллектуальной собственности // Новые возможности цифровизации: сборник по итогам 3 научно-практической конференция с международным участием (Саратов, 15 декабря 2023 года). М.: 2023. С. 58–64.
3. Видякина О.В. Инновационная экосистема: компоненты системы // Копирайт (Вестник Академии интеллектуальной собственности). 2021. № 1. С.46-55.

УДК 347.77

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ СИСТЕМЫ IP COMPLIANCE

Белан Г.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
belan.gr@yandex.ru
Научный руководитель: Видякина О.В., к.э.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

Система IP compliance (далее – IPC), это система, созданная и функционирующая в контуре организации, осуществляющая непрерывную проверку бизнес-процессов в организации в области управления интеллектуальной собственностью на соответствие установленным требованиям (законодательства, нормативно-правовых актов, локальных нормативных актов и др.) с целью заблаговременного выявления и митигации рисков в сфере интеллектуальной собственности (далее - ИС).

Для целей моделирования работы системы IPC в организации был использован функциональный подход. В соответствии с Рекомендациями по управлению правами на

результаты интеллектуальной деятельности (далее – РИД), Минэкономразвития России, целесообразно рассмотреть систему IPC через 5 (пять) функций управления ИС. Для целей моделирования условно обозначим функции управления как F1 (function, далее - F) - F5, где: F1 – функция «Создание / выявление результатов интеллектуальной деятельности (далее – РИД); F2 – функция «Правовая охрана РИД»; F3 – функция «Учет прав на РИД»; F4 – функция «Распоряжение исключительным правом на РИД»; F5 – функция «Защита прав на РИД».

При «рождении» объекта ИС, он «двигается» линейно по пяти функциям управления ИС (F1 - F5), и на каждом этапе различными подразделениями организации осуществляются бизнес-процессы, связанные с жизненным циклом объекта управления (РИД).

На практике считается крайне важным чтобы, отдел ИС, производственное подразделение, юридический отдел в соответствии с локально-нормативными актами (далее – ЛНА) организации не находились на одном уровне с подразделением организации, осуществляющим функции IPC. Важно чтобы подразделение IPC находилось на более высокой ступени организационной структуры организации, для того чтобы иметь полномочия по проверке и контролю курируемых подразделений. Если же система IPC будет непосредственно в отделе ИС или в юридическом отделе организации, могут возникнуть споры и сложности о полномочиях данного подразделения осуществлять проверку их деятельности. Таким образом, подразделение IPC может проверять, контролировать, курировать эти подразделения, но при этом проверяемые подразделения подчиняются каждый по своему профилю вышестоящим органам в структуре организации.

Результаты исследования показали, что наличие системы IPC в структуре компании позволяет осуществлять функцию непрерывного мониторинга и контроля за деятельностью различных подразделений организации, реализующих свои функциональные задачи, с целью осуществления превентивной практики защиты интересов организации в области интеллектуальных прав и выработки плана митигации рисков организации в области управления ИС [1, 2].

Список литературы

1. Видякина О.В. Система IP compliance организации // Копирайт. 2022. № 3. С. 71–84.
2. Видякина О.В., Стороженко О.М. Лучшие практики управления интеллектуальной собственностью. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. 80 с.

УДК 001.895

ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ КАК СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ НАУКОЕМКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Головнева Н.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
golovnevanv23@gmail.com
Научный руководитель: Амелина К.Е., к.ю.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

Внедрение цифровых платформ приведет к формированию качественно новой системы управления наукоемкими процессами, благоприятствующей научно-технологическому развитию и достижению высоких результатов деятельности предприятий в динамично меняющихся условиях рынка.

Для целей повышения точности планирования применяют внешний модуль оптимизации производственной программы — APS (Advanced Planning and Scheduling), базирующегося на цифровом двойнике производственного процесса и использующего мощный математический аппарат для решения задач планирования деятельности организации [1]. Он учитывает не только перечень заказов, но и такие факторы, как альтернативные маршруты производства, доступность

персонала, запасы сырья и материалов на складах, а также дополнительные нормативы, которые могут отсутствовать в основных учетных системах, но необходимы для разработки оптимального плана наукоемкого или производственного процесса.

В рамках организационных задач управления непосредственно наукоемким производством особое внимание стоит уделить решениям для управления научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами (далее НИОКР) и интеллектуальной собственностью (далее ИС). Обрабатываемые в цифровой модели НИОКР данные фундаментальных и прикладных исследований, а также лабораторных и пилотных испытаний позволяют просчитать важные для инженеров и технологов параметры технологических процессов и создать оптимальную конфигурацию будущего новшества. Для учета ИС предприятия внедряются специализированные программные комплексы, такие как УИС «Мелисса-ОИС». Они предназначены для организации учета, а также сопровождения результатов интеллектуальной деятельности, созданных при выполнении НИОКР, на всех этапах жизненного цикла созданного новшества. Подобные программные комплексы обеспечивают осведомленность специалистов в области управления ИС и руководства о факте создания, статусе правовой охраны и текущих формах использования учтенных результатов интеллектуальной деятельности.

Для целей увеличения эффективности работы персонала используются отдельные (встроенные в автоматизированные системы) алгоритмы подсчета «бонусных баллов» за выполнение задач, которые позволяют персоналу рассчитывать на увеличение доходов путем получения дополнительных выплат за эффективность работы. Так, например, в качестве цифрового решения для мотивации сотрудников могут использоваться дополнения к таким программам как «Битрикс». С учетом особенностей кадрового состава наукоемких организаций, в которых большую роль играют изобретатели и другие специалисты, выполняющие на предприятии задачи, реализуемые творческим трудом, можно предложить несколько отдельных решений для их мотивации. Отдельно от авторского вознаграждения за создание новшеств, в систему мотивации сотрудников может входить механизм премирования за то или иное количество созданных изобретений или за успешность реализуемых на предприятии НИОКР.

Для контроля за деятельностью предприятий компании часто прибегают к таким цифровым решениям как «Tableau» или «Power BI». Это инструменты для бизнес-аналитики и визуализации данных, которые позволяют создавать интеллектуальные отчеты и различные визуально читаемые схемы для оценки деятельности предприятий и принятия решений. Для контроля за работой сотрудников также часто применяются программы для учета рабочего времени или мониторинга компьютеров.

Управление процессом создания новшеств является одной из самых трудных областей управленческой деятельности. В процессе подготовки и реализации наукоемких процессов специалист в области управления должен принимать решения в условиях неопределенности, используя неполную или недостаточно точную информацию о текущем состоянии проекта и перспективах его развития, что затрудняет, а иногда делает невозможным применение аналитических методов [3]. На основе систем машинного обучения разрабатываются специализированные экспертные системы (далее ЭС), благодаря которым руководитель проекта имеет возможность оценить коммерческий потенциал инновации и риски, связанные с ее разработкой, оценить длительность этапов реализации плана и затраты на них, а также выявить причины сбоя в графике реализации проектов. Применение автоматизированных ЭС позволяет сократить время и финансовые расходы на оценку вариантов решения, а также уменьшить влияние человеческого фактора при принятии управленческих решений. Однако, при внедрении искусственного интеллекта в систему управления наукоемким предприятием следует учитывать, что процесс создания новшества, как творческий процесс, не имеет четко выверенного сценария и потому не всегда подлежит управлению путем применения математических методов.

Все вышеуказанные цифровые решения должны быть интегрированы в комплексные системы управления наукоемким производством, чтобы процесс управления процессами

создания новшеств был целостным и системным. Это позволит компаниям повысить эффективность работы, снизить издержки и улучшить качество продукции.

Список литературы

1. Егоршин А.А., Михалёв А.А. Составление производственных расписаний с использованием планировщика системы Preactor // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2017. Т. 2. № 13. С. 147-149.
2. Сергеев А.П. Автоматизация процесса учета объектов интеллектуальной собственности в патентно-информационном отделе // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве: сборник докладов 5 Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2016) с международным участием (Екатеринбург, 12–13 мая 2016 года). Екатеринбург: УрФУ, 2016. С. 256-259.
3. Культин Н.Б. Искусственный интеллект в управлении инновационными проектами // Инновации. 2019. № 12.

УДК 34.06

О ВОЗМОЖНОСТИ И ПРОБЛЕМАХ ОПОСРЕДОВАННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖИМОГО КРИПТОКОНТЕЙНЕРОВ

Данильченко Е.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
danilchenkoea@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Яковлев А.Н., к.ю.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
a_yakovlev@mail.ru

Согласно статистике, опубликованной Министерством внутренних дел Российской Федерации за 2023 год, количество IT-преступлений в России составляет 677 тыс., что на треть больше, чем в 2022 году. Число преступлений с применением интернета выросло с 381 тыс. до 526,7 тыс. Это свидетельствует о наличии проблемы защиты цифровой информации, которая обусловлена ростом числа кибератак и утечек данных, приводящих к материальным и информационным потерям. Важную в роль в решении данной проблемы может сыграть развитие такого направления, как криминалистическая криптография. Криптография – область науки, обеспечивающая конфиденциальность, целостность и доступность передаваемой информации посредством ее шифрования и расшифрования.

Одной из ключевых областей криминалистической криптографии является исследование криптографических контейнеров (далее – криптоконтейнеров), которые используют для защиты конфиденциальных данных от несанкционированного доступа. В силу того, что криптоконтейнер зашифрован, более того может быть с «двойным дном», а доступ к нему возможен только при знании пароля или наличия файла-ключа, то его содержимое может представлять особую ценность и быть источником криминалистически значимой информации. Однако, несмотря на все преимущества криптоконтейнеров, они являются проблемой для исследователей в области информационной безопасности, поскольку содержимое криптоконтейнера зашифровано и не может быть интерпретировано обычным путем.

Получить доступ к содержимому криптоконтейнера можно только с помощью специального программного обеспечения (далее – СПО), которое дешифрует такое содержимое и представляет результат этой операции в виде файлов графического, текстового или аудио форматов. Примером программ с таким функционалом является СПО «TrueCrypt», «VeraCrypt», «Folder Lock», «PGP» и т.д. [1] Это же СПО позволяет выявить наличие в криптоконтейнере третьего лица защищенных данных, но только в момент, когда криптоконтейнер смонтирован. Наличие СПО позволяет выявить на электронном носителе информации криптоконтейнеры

следующим образом: определяют моменты запуска на выполнение указанных выше программ или их аналогов, затем анализируют сведения об открываемых в непосредственной временной близости файлах, один из этих файлов может являться криптоконтейнером, на что укажут результаты частотного анализа [2]. Также на криптоконтейнер могут указывать факты появления в системе нового логического диска непосредственно после запуска программ работы с криптоконтейнерами. Сведения о таком логическом диске будут регистрироваться в разных областях цифрового следообразования.

Для диагностики содержимого криптоконтейнеров используют следующие ключевые способы:

1) Исследование журналов программ. Данный способ эффективен в случае, когда пользователь сохраняет данные из сети Интернет непосредственно в криптоконтейнере.

2) Исследование отчетов антивирусных программ. Как только пользователь монтирует криптоконтейнер, антивирусное программное обеспечение проводит диагностику его содержимого, сохраняя в отчете программы сведения о таком содержимом.

3) Исследование отчетов защитных экранов. Помимо антивирусного программного обеспечения, на некоторое содержимое смонтированного криптоконтейнера среагирует и «Firewall».

4) Исследование настроек программ, при помощи которых пользователь работал с содержимым криптоконтейнера. Не исключено, что в настройках программ сохранились сведения об открываемых файлах с путем, который указывает на имя логического диска, соотносимого с криптоконтейнером.

5) Исследование системного реестра. Аналогично пункту 4, в системном реестре могут сохраниться сведения об открываемых файлах с путем, который указывает на имя логического диска, соотносимого с криптоконтейнером.

6) Исследование журнала программы «Проводник». Если пользователь открывает какой-либо файл с помощью этой программы, то полный путь к файлу сохраняется в журнале программы и может указывать на имя логического диска, соотносимого с криптоконтейнером.

Большинство специалистов обоснованно выказывают скептицизм при оценке доказательственного значения опосредованных сведений о содержимом криптоконтейнеров и иллюстрируют свою позицию следующими доводами. При создании и последующей работе с зашифрованным контейнером некто запускает на выполнение СПО для работы с криптоконтейнерами, после чего в системе образуются цифровые следы, указывающие на новый логический диск и имена содержащихся в нем файлов. Однако, простые методы антифорензики, заключающиеся в принудительном изменении дат и времен создания/изменения файлов, изменении имен и расширений файлов, могут не просто сделать файлы формально не относимыми по дате и времени, по имени файлов к событию преступления, но при творческом подходе подозреваемого к этому – наоборот, ввести в заблуждение то лицо, которое проводит анализ цифровых следов. Схожие действия могут быть выполнены и с самим файлом криптоконтейнера, что не позволит соотнести текущее имя файла с именем, зарегистрированным в системе и соотнесенным с криптоконтейнером. Если же пользователь изменит расширение файла на *.dat, то файл формально станет так называемым нетипизированным бинарным файлом, который может иметь любое содержимое, и факт принудительного переименования останется впоследствии невыявленным. Вместе с тем, если пользователь переименует расширение файла на одно из распространенных, типа *.mpg, *.jpg, *.dll, *.avi, *.mp3, то в силу наличия характерного бинарного заголовка выявление таких принудительно переименованных файлов не вызывает трудностей.

Таким образом, опосредованное изучение содержимого криптоконтейнеров возможно, и их использование сложно назвать латентным [3], но лишь изучение большого числа цифровых следов, относящихся к работе пользователя с содержимым криптоконтейнера, позволит эксперту обосновать юридически значимый вывод о достоверности полученных сведений о содержимом криптоконтейнера.

Список литературы
1. Неупокоева И.А. Осмотр зашифрованных файлов. Тактические особенности и криминалистические рекомендации // Закон и право. 2020. № 8. С. 142-144.
2. Авдошин С.М., Савельева А.А. Криптоанализ и криптография: история противостояния // Бизнес-информатика. 2009. № 2. С. 3–11.
3. Яковлев А.Н. Цифровая криминалистика и ее значение для расследования преступлений в современном информационном обществе // Совершенствование следственной деятельности в условиях информатизации: сборник материалов Международной научно-практической конференции (г. Минск, 12-13 апреля 2018 года). / Следственный комитет Республики Беларусь; редкол.: С.Я. Аземша и др. Минск: Редакция журнала «Промышленно-торговое право», 2018. С. 357-362.

УДК 34.06

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ АВТОРСКОГО ПРАВА ПРИ ХРАНЕНИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ФАЙЛАХ ГРАФИЧЕСКИХ ФОРМАТОВ

Изюрова В.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
tecnalera@gmail.com
Научный руководитель: Яковлев А.Н., к.ю.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
a_yakovlev@mail.ru

Согласно четвёртой части Гражданского Кодекса Российской Федерации (далее – ГК РФ) авторское право на произведение, в том числе содержащееся в файлах графических форматов, возникает на основании факта его создания. Исходя из этого правообладатель ограничивает объем прав, которыми распоряжаются пользователи произведения, с помощью лицензионного договора. Однако форма хранения произведения (графический файл) такова, что файл или его содержимое могут быть скопированы и вопреки запрету правообладателя на это. Поэтому возникает проблема доказывания наличия авторских прав на произведение, находящееся фактически в свободном обороте, которую возможно решить с помощью технических средств защиты авторского права.

Определение «технических средств защиты авторского права» (далее – ТСЗАП) дано в статье 1299 ГК РФ: «любые технологии, технические устройства или их компоненты, контролирующие доступ к произведению, предотвращающие либо ограничивающие осуществление действий, которые не разрешены автором или иным правообладателем в отношении произведения» [1]. Данное определение не направлено на обеспечение доказывания наличия авторских прав на произведение, но ТСЗАП можно эффективно использовать и в этих целях. Одновременно это демонстрирует целесообразность внесения изменений в законодательство о возможности использования ТСЗАП для доказывания наличия авторских прав на произведение. Далее ТСЗАП при хранении изображений в файлах графических форматов будут рассмотрены как средство подтверждения авторства.

Для реализации ТСЗАП в файлах графических форматов используются средства и методы цифровой стеганографии. Самым известным методом защиты содержимого графических файлов с помощью цифровой стеганографии является внедрение цифровых водяных знаков (далее – ЦВЗ). ЦВЗ представляют собой цифровые метки, внедряемые в защищаемый файл (такой файл называется контейнер) при помощи специальных стеганографических преобразований, обеспечивающие скрытое хранение сведений об авторе содержимого файла.

Выделяют следующие виды ЦВЗ, применимые к графическим файлам [2]:

1) видимые ЦВЗ – их внедряют в файл с помощью графических редакторов; такие ЦВЗ просто удалить или заменить тем же способом;

2) невидимые ЦВЗ – являются встраиваемыми в файлы, не воспринимаются при обычном просмотре содержимого.

Далее рассмотрим невидимые ЦВЗ и методы их внедрения.

Сегодня наибольшее распространение получили метод изменения наименее значимых бит (далее – МНЗБ) и методы на основе управляемого переквантования. Далее будет рассмотрен МНЗБ.

МНЗБ достаточно популярен, это обусловлено его простотой и тем, что он позволяет скрывать даже в относительно небольших файлах значимые объёмы информации. Принцип основан на замене младших разрядов RGB-изображения на биты скрываемого файла, что не влечет существенного искажения изображения. Для изменения разрядов RGB изображения используется специализированное программное обеспечение (далее – СПО).

Метод МНЗБ реализован, например, в Java-скрипте Hallucinate версии 1.2, поддерживающем графические файлы форматов PNG и BMP. Для проверки работоспособности скрипта было проведен эксперимент, в котором в качестве контейнеров использовались два графических файла – «cat.png» и «landscape.bmp». В качестве скрываемого сообщения или невидимого ЦВЗ – текстовый файл «data.txt», содержащий текст «Изюрова 2024». После этого в контейнеры был внедрён текстовый файл, и новые файлы были сохранены в трёх степенях градации качества: «Best» («Отличное»), «Good» («Хорошее») и «Poor» («Слабое») в соответствующих форматах. При визуальном просмотре выявлены следующие отличия интерпретируемого содержимого файлов: при сохранении в качестве «Best» («Отличное») – визуальные изменения не выявлены; при сохранении в качествах «Good» («Хорошее») и «Poor» («Слабое») выявлены сначала слабые, затем сильные цветовые искажения.

Для сравнения результирующих изображений было использовано СПО «Beyond Compare», поддерживающее файлы нужных графических форматов. При сравнении изображений, ранее сохраненных в контейнере формата PNG с показателем качества «Best» («Отличное»), программа выявила различия изображений и отобразила их белыми точками на синем фоне (особенности отображения различий).

С помощью другого СПО «OpenPuff» версии 4.01 можно внедрить невидимые ЦВЗ в графические файлы распространенных форматов. Работоспособность программы была проверена следующим образом. Выбрана функция «SetMark», с ее помощью добавлен ЦВЗ в виде текста «Изюрова 2024» и указан графический файл «room.jpg», в который должен быть внедрен ЦВЗ. После использования программы визуальный просмотр исходного содержимого и результата с внедренным ЦВЗ не выявил различий, при сравнении содержимого файлов с помощью СПО «Beyond Compare» признаки изменения результирующего изображения были выявлены.

Таким образом, ЦВЗ являются одним из технических средств защиты авторского права для изображений, хранящихся в файлах графических форматов. ЦВЗ могут быть видимыми или невидимыми. Реализация метода с использованием невидимых ЦВЗ является технически сложной, однако при этом изменение изображения незначительно, и факт изменения изображения не свидетельствует однозначно о применении ЦВЗ [3].

Список литературы

1. Часть четвертая Гражданского кодекса Российской Федерации от 18 декабря 2006 г. № 230-ФЗ (ред. от 30.01.2024) // КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/ (Дата обращения 01.05.2024).

2. Маслова О.И. Анализ методов внедрения скрытой информации в изображения для защиты авторских прав // Синтез науки и образования в решении глобальных проблем современности: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции (Таганрог, 29 мая 2020 года). Ч 1. Уфа: ООО «ОМЕГА САЙНС», 2020. С. 93-95.

3. Молодцова Ю.В. Судебная компьютерно-техническая экспертиза: учебно-методическое пособие / Ю.В. Молодцова, А.Н. Яковлев. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. 20 с.

УДК 34.06

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРОГРАММНЫХ ПАРСЕРОВ СКРЫТЫХ ПОТОКОВ В NTFS

Кочетов Д.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
cwfrcpp@gmail.com
Мороз М.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
maksimuslinex@gmail.com
Научный руководитель: Яковлев А.Н., к.ю.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
a_yakovlev@mail.ru

На сегодняшний день одной из самых популярных файловых систем, используемых на персональных компьютерах и ноутбуках, является NTFS. Файлы в этой системе организованы как совокупность потоков, содержащих содержимое файла. Обычно содержимое файла хранится в первичном потоке, но к файлу можно прикреплять и дополнительные потоки данных, если это необходимо. Потоки данных в файловой системе NTFS являются дополнительными свойствами атрибута $DATA. По умолчанию существует единственный неименованный поток $DATA. Однако при необходимости могут быть созданы и дополнительные поименованные потоки [1].

Таким образом, в файловой системе NTFS каждый каталог и файл могут иметь несколько потоков данных. Объемы основного и альтернативного потока данных не связаны взаимными ограничениями, поэтому объем альтернативного потока может быть произвольным и существенно больше объема основного потока. Уникальной особенностью альтернативных потоков является то, что их объем не влияет на размер файла, к которому они «привязаны» и не отображается как-либо в нем. Тем не менее, фактически объем дискового пространства, выделенного для файла, увеличивается с учетом объема альтернативных потоков.

Альтернативные потоки обладают большой криминалистической значимостью. В них могут содержаться данные любого типа, в том числе текст, аудио, графические изображения, видео, исполняемые файлы, а также контрольные суммы, полученные по результатам проверок файловой структуры антивирусом [2]. С целью подготовки и совершения преступлений в сфере компьютерной информации пользователи могут использовать альтернативные потоки данных для скрытия данных и программ, указывающих на их криминальное назначение.

Сегодня существует большое количество программ для обнаружения альтернативных потоков данных, каждая из которых имеет востребованную функциональность. Среди них популярны следующие программы: AlternateStreamView, выполняющая диагностику альтернативных потоков и позволяющая сохранять отчет о результатах своей работы в файлах формата HTML, CSV или XML; NTFS Stream Explorer со схожим функционалом; WinHex, FTK Imager, EnCase Forensic, Autopsy, являющиеся многофункциональными программами, но при этом имеющие также функцию диагностики альтернативных потоков данных.

Существенная часть программ с функционалом диагностики альтернативных потоков данных распространяются на платной основе, поэтому нами была поставлена задача создать программный инструмент для компьютерно-технической экспертизы и цифровой криминалистики, который имел бы необходимый функционал и одновременно был бы бесплатен. Для решения этой задачи было разработано техническое задание, содержащее основные требования к программе. Среди них:

1. Минимизация кода программы. Вследствие реализации этого требования было решено разработать консольное приложение.
2. Переносимость между разными версиями операционной системы Windows.
3. Возможность исключения из списка вывода произвольного количества типовых имен альтернативных потоков данных.

4. Возможность сохранения результатов в человекочитаемом виде. Вследствие реализации этого требования был выбран формат отчетных материалов CSV.

Для разработки был выбран язык программирования C#, так как в нем имеются библиотеки для работы с файловой системой NTFS, с его помощью удобно разрабатывать прототип программы, написание программы идет быстро, он обеспечивает переносимость программы между различными версиями операционной системы Windows. Вместе с тем этот язык программирования имеет и недостатки. Среди них привязка конечного продукта к .Net Framework, что приводит к невозможности работы программы под управлением операционных систем на базе ядра Linux, сравнительно высокое потребление ресурсов.

Программное обеспечение для диагностики альтернативных потоков в файловой системе NTFS было создано и успешно опробовано на тестовых носителях информации.

Результаты апробации программного обеспечения показали необходимость его совершенствования. В настоящее время такая работа начата, среди решаемых задач следующие:

– улучшение обработки ошибок и выдача более полной информации о них;
– уменьшение потребления системных ресурсов;
– улучшение портируемости приложения;
– совершенствование алгоритма разделения каталогов для сканирования по потокам;
– переход от многофайловой сборки к сборке с одним исполняемым файлом.

Список литературы

1. Соколов А.Б., Щербина Р.П., Шаевич А.А. Криминалистически значимая информация, хранящаяся в альтернативных потоках данных файловой системы NTFS // Криминалистика: вчера, сегодня, завтра. 2022. № 2 (22). С. 159-169.
2. Долгушина П.Е., Караваева А.В., Молодцова Ю.В. Альтернативные потоки данных в файловой системе NTFS // Инновационные процессы в науке, технике и экономике: материалы Международной научно-практической конференции. В 2-х частях (Нижневартовск, 21–22 апреля 2022 года) / отв. редактор В.Я. Мауль. Ч. 1. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2022. С. 94-98.

УДК 343.98

АНАЛИЗ СООБЩЕНИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЧТЫ НА ПРЕДМЕТ ФИШИНГА В РАМКАХ РАССЛЕДОВАНИЯ ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Кузнецов В.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
kuznetsovva2@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Семикаленова А.В., к.ю.н., доцент,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

В настоящее время важность анализа фишинговых сообщений в цифровом мире становится неотъемлемой частью обеспечения безопасности информации. Фишинговые атаки, представляющие серьезную угрозу как для частных лиц, так и для организаций, становятся все более изощренными, используя социальную инженерию для обмана пользователей и получения доступа к конфиденциальным данным.

Email фишинг - это техника социальной инженерии, при которой злоумышленники используют ложные электронные письма или сообщения, выдавая их за законные (оригинальные), чтобы манипулировать получателями с целью получения конфиденциальной информации, финансовых данных или выполнения определенных действий, часто вредоносных для жертвы или ее организации [1].

Фишинг в рамках email-сообщений можно разделить по уровню распространения на междоменный и внутридоменный.

Междоменный фишинг – отправление сообщений происходит между двумя различными доменами, к примеру alice@mail.com отправляет сообщение bob@company.com. В данном случае письмо проходит как минимум два почтовых сервера и подвергается основательной проверке [2]. Однако существуют различные техники подделки домена. Одной из таких техник является Unicode Spoofing — это вид спуфинга, при котором один из символов в имени домена ASCII заменяется на аналогичный символ из диапазона Unicode. Для понимания этой техники необходимо понять, как кодируются домены, содержащие нелатинские символы, такие как кириллица или умлауты. Для работы с ними был разработан метод преобразования, известный как Punycode, который связывает символы Unicode с так называемыми ACE-последовательностями (ASCII Compatible Encoding - кодировка, совместимая с ASCII), состоящими из букв латинского алфавита, дефисов и цифр от 0 до 9. Многие браузеры и почтовые клиенты отображают версию домена в Unicode, что делает такие атаки особенно хитрыми. Так, например, домен «example.com» преобразуется в «xn--mpl-5cdye1i.com».

Внутридоменный фишинг - в этом случае атаки осуществляются внутри сети или организации. Злоумышленники могут отправлять фишинговые сообщения сотрудникам организации, притворяясь коллегами или высшим руководством, чтобы получить доступ к конфиденциальным данным или выполнить вредоносные действия внутри системы. В данной ситуации письма проходят меньшее количество проверок, что позволяет злоумышленникам использовать дополнительный печень возможностей подделки email-сообщений.

Одной из таких возможностей становится ghost spoofing техника, которая включает в себя использование поддельных имен и адресов электронной почты. Например, содержимое поля «From» может выглядеть следующим образом: «Боб bob@example.com alice@mail.ru». Этот прием делает фальшивое письмо более убедительным для получателя, поскольку оно может выглядеть, как будто оно было отправлено известным или доверенным источником.

В ходе анализа заголовков Email-сообщения, особое внимание стоит уделять Reply-To и Return-Path. Эти поля указывают, куда должно быть отправлено письмо, когда получатель отвечает, или когда письмо не может быть доставлено. Если определено, что значение поля From отличается от значений Reply-To и Return-Path, это говорит о том, что письмо потенциально вредоносное, например, поддельное, фишинговое или полученное со взломанной учетной записи электронной почты. Однако, требуется соотнести эту информацию с другими артефактами, поскольку могут существовать законные причины для различных значений в этих полях. Например, некоторые списки рассылки могут использовать другой адрес Reply-To для управления ответами от подписчиков [3].

Таким образом, процесс анализа email-сообщения начинается с проверки соответствия заголовков и содержания сообщения ожидаемому шаблону или стандартам. Следующим шагом будет выявление вредоносного содержимого. При обнаружении вредоносных файлов или ссылок собираются индикаторы компрометации, такие как IP-адреса отправителя, хэш вредоносного программного обеспечения и ресурсы, с которыми оно взаимодействует. Результатом данного анализа будет принятие дальнейших мер. В зависимости от целей и задач возможны действия направленные на блокировку взаимодействия с источниками, выявленными в ходе анализа (индикаторы компрометации), а также проведение дополнительного расследования с целью выявления личности злоумышленника и пресечения его деятельности.

Список литературы

1. Грей Д. Социальная инженерия и этичный хакинг на практике / пер. с англ. В.С. Яценкова. М.: ДМК Пресс, 2023. 226 с.
2. Энсон С. Реагирование на компьютерные инциденты. Прикладной курс / пер. с англ. Д.А. Беликова. М.: ДМК Пресс, 2021. 436 с.

3. Vashishth T. Cyber Forensics Up and Running: A hands-on guide to digital forensics tools and technique (English Edition). Delhi: BPB Online LLP, 2023. 407 p.

УДК 343

СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПОНЯТИЕ ПРЕСТУПЛЕНИЯ В СФЕРЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Миронов Б.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
mironovba@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Милаева М.Ю., к.ю.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

В настоящее время интернет и информационные технологии быстро и беспрерывно развиваются, в связи с чем мы столкнулись с новым явлением, представляющим особую опасность для окружающих, которое ранее не существовало и не было известно уголовному законодательству – преступление в сфере компьютерной информации. В Уголовном Кодексе Российской Федерации наказания за киберпреступления закреплены в главе 28 УК РФ «Преступления в сфере компьютерной информации» [1].

Изучив статистику преступлений от Судебного Департамента по гл. 28 УК РФ «Преступления в сфере компьютерной информации» за период с 2019 по 2023 год можно понять, что наибольший процент приходится на 2023 год [2]. Кроме того, стоит отметить, что общее количество киберпреступлений к 2023 году увеличилось почти в три раза по сравнению с 2019 годом. Определённо ясно, что такой быстрый рост обусловлен развитием информационных технологий и технических устройств.

Для того чтобы дать оценку компьютерным преступлениям, стоит определить само понятие этого правонарушения. Точное понятие киберпреступления в УК РФ отсутствует. Само отсутствие четкого термина «компьютерные преступления» не позволяет качественно квалифицировать подобные правонарушения. Изучив статьи гл. 28 УК РФ (ст. 272 - ст. 274.2 УК РФ), можно назвать основные объективные признаки данного преступления: 1) киберпреступления – это деяние; 2) киберпреступление представляет общественную опасность; 3) киберпреступление причиняет вред или создание опасности причинения вреда безопасности хранения, распространения или использования информации, либо информационных ресурсов.

Компьютерные преступления, согласно гл. 28 УК РФ, делятся на следующие виды: 1) Неправомерный доступ к компьютерной информации (ст. 272 УК РФ); 2) Создание, использование и распространение вредоносных компьютерных программ (ст. 273 УК РФ) 3) Нарушение правил эксплуатации средств хранения, обработки или передачи компьютерной информации и информационно-телекоммуникационных сетей (ст. 274 УК РФ); 4) Неправомерное воздействие на критическую информационную инфраструктуру Российской Федерации (ст. 274.1 УК РФ); 5) Нарушение правил централизованного управления техническими средствами противодействия угрозам устойчивости, безопасности и целостности функционирования на территории Российской Федерации (ст. 274.2 УК РФ).

Сравнив классификацию киберпреступлений в УК РФ с классификацией, приводимой Конвенцией Совета Европы о преступности в сфере информации, можно заметить, что типология Конвенции объективнее и шире, чем типология уголовного законодательства [3].

Изучив информацию по классификации киберпреступлений, стало ясно, что в настоящий момент в УК РФ нет точного термина «компьютерные преступления», из-за чего возникают трудности в квалификации таких преступлений. В связи с отсутствием корректной классификации, правоохранительные органы не могут эффективно бороться с киберпреступностью. Поэтому стоит внести изменения в гл. 28 УК РФ.

Обязательно должно быть сформулировано чёткое определение понятия «преступление в сфере компьютерной информации». По моему мнению, наиболее точно определение будет звучать так:

Преступление в сфере компьютерной информации – это общественно-опасное деяние, причиняющее вред или создающее опасность причинения вреда безопасности хранения, незаконного распространения или использования информации, либо информационных ресурсов из личных или политических мотивов, либо с целью финансовой прибыли, в рамках которого используются или атакуются компьютер, компьютерная сеть или сетевое устройство.

Помимо изменений в Уголовном Кодексе Российской Федерации, для того чтобы успешно бороться с киберпреступностью, нам нужно создать новый специальный орган, занимающийся киберпреступностью – Киберполиция. Безусловно, нужно подготавливать кадры в Киберполицию, самих людей, которые будут обладать особыми навыками в сфере компьютерной информации для предотвращения киберпреступлений.

Подводя итог, автор пришёл к следующему выводу: необходимо совершенствовать уголовное законодательство в сфере компьютерной информации, потому что понятие преступления в сфере компьютерной играет важную роль в дальнейшем предотвращении будущих подобных преступлений и привлечении к уголовной ответственности, что улучшит эффективность борьбы с такими преступлениями.

Список литературы

1. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 N 63-ФЗ / редакция от 23.03.2024, действует с 01.04.2024. URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody&nd=102041891 (Дата обращения 20.03.2024).
2. Судебный департамент. URL: http://www.cdep.ru (Дата обращения 20.03.2024).
3. Конвенция Совета Европы о преступности в сфере компьютерной информации. URL: https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014_2019/documents/libe/dv/7_conv_budapest_/7_conv_budapest_en.pdf (Дата обращения 20.03.2024).

УДК 34.06

КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ ЗАКЛАДОК

Молодцова А.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
anna.mol_an@mail.ru
Научный руководитель: Яковлев А.Н., к.ю.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
a_yakovlev@mail.ru

В наши дни разработано большое количество программных средств, используемых в целях неправомерного копирования или изменения конфиденциальных данных пользователя. Очень важно принимать необходимые меры по поиску, исследованию и нейтрализации программных закладок в устройствах массового применения.

Программная закладка представляет собой преднамеренно внесенный в программное обеспечение функциональный объект, который при определенных условиях инициирует реализацию недекларированных возможностей программного обеспечения. Программная закладка может быть реализована в виде вредоносной программы или программного кода [1]. Наиболее часто программные закладки используют в технологических процессах распространения различных видов вредоносных программ, перехвата паролей или сетевого трафика.

Различают несколько видов программных закладок. По методу внедрения: программно-аппаратные закладки, использование которых предполагает использование аппаратных средств;

они размещаются в BIOS; загрузочные закладки, которые размещаются в программах начальной загрузки в загрузочных секторах электронного носителя информации; драйверные закладки, которые размещаются в драйверах периферийных устройств; прикладные закладки, которые размещаются в прикладном программном обеспечении; исполняемые закладки, которые размещаются в программных модулях и др. Основным местоположением закладок в сетевом оборудовании является BIOS этого оборудования.

Рассмотрим некоторые программные закладки.

Программная закладка HEADWATER разработана для маршрутизаторов Huawei и реализует уязвимость класса BackDoor в модуле памяти ROM. Закладка устойчива к обновлению прошивки и предоставляет возможность дистанционного управления устройством. Позволяет удаленно перехватывать и анализировать все проходящие через роутер пакеты. [2]

Программная закладка SCHOOLMONTANA разработана для устройств Juniper J Series, устойчива к обновлению их программного обеспечения. Сохраняется при перезагрузке, обновлении операционной системы маршрутизатора и даже при физической замене карты памяти с прошивкой. [2]

Программная закладка SIERRAMONTANA разработана для маршрутизаторов серии Juniper M, устойчива к обновлению прошивки и размещается в BIOS устройств. Также сохраняется при перезагрузке, обновлении операционной системы маршрутизатора и при физической замене карты памяти с прошивкой [2].

Такая уязвимость в программном обеспечении, как программные закладки, представляет серьезную угрозу как для информационной инфраструктуры страны в целом, так и для информационной инфраструктуры государственных органов и частных компаний.

Исследование_программных закладок наиболее часто проводят при расследовании компьютерных инцидентов командой специалистов информационной безопасности, однако методика исследования программных закладок востребована и при производстве судебной компьютерно-технической экспертизы, помогающей формировать доказательства по уголовным делам [3].

Процесс расследования компьютерных инцидентов и соответствующего исследования программных закладок включает несколько стадий.

На первой стадии проверяют возможность проведения исследования, определяют источники криминалистически значимой информации.

На второй стадии изучают представленные на исследование объекты (энергонезависимые носители информации и копии их информационного содержимого, а также копии энергозависимых данных, сетевых пакетов и журналов операционной системы и программ). Перед созданием копии информационного содержимого энергонезависимого носителя информации обеспечивают целостность (неизменность) такого информационного содержимого, для чего применяют программные и аппаратные блокираторы записи, а также специализированные операционные системы. Сбор энергозависимых данных проводят при работающем компьютерном средстве до его выключения. Далее проводят исследование. Исследование информационного содержимого энергонезависимых носителей информации и их копий в большинстве случаев заключается в исследовании файловых систем, в восстановлении и последующем исследовании цифровых данных. Криминалистическое исследование файловых систем заключается в анализе различных цифровых следов, возникающих в результате действий злоумышленника, работы программного и аппаратного обеспечения исследуемого компьютерного средства. Количество и разнообразие таких цифровых следов (как источников криминалистически значимой информации) в файловых системах велико, в связи с чем отсутствуют какие-либо исчерпывающие методики и алгоритмы проведения криминалистических исследований файловых систем при расследовании компьютерных инцидентов, связанных с внедрением программных закладок.

Для криминалистического исследования файловых систем и восстановления данных применяют различное программное обеспечение. Исследование журналов операционной

системы и программ проводят по копиям записей. При этом могут быть скопированы только записи, имеющие отношение к компьютерному инциденту (например, относящиеся к определенному IP-адресу или промежутку времени), но могут быть скопированы и журналы целиком.

Основными факторами при выборе того или иного способа копирования выступают степень доверия содержимому журналов и, соответственно, объем исследования, направленного на определение аутентичности (неизменности) содержимого журналов. Если вероятность преднамеренного изменения содержимого журналов мала, то допустимо копировать непосредственно файлы журналов или выгружать из журналов отдельные записи. В ином случае целесообразно копировать содержимое всего электронного носителя информации в целях дальнейшего поиска следов несанкционированного доступа к системе, следов модификации журналов и т. д.

Для исследования сетевого трафика необходимо получить копию сетевых пакетов (дамп сетевого трафика), для чего используют такие программы как Tcpdump; Wireshark. При этом необходимо организовать подключение точки съема сетевого трафика в участке сети, который обеспечивает сбор всех криминалистически значимых потоков данных. В процессе создания дампа сетевых пакетов необходимо минимизировать обмен данными между узлом, который производит съем сетевого трафика, и узлами сети, которые имеют отношение к инциденту информационной безопасности.

Таким образом, обоснован вывод о том, что угроза внедрения вредоносных программных закладок на сегодняшний день имеет высокую значимость. Экспертные исследования программных закладок сложны и с учетом непрерывного совершенствования этого вида вредоносных программ предполагают использование актуальных исследовательских экспертных методик.

Список литературы

1. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 51275-2006 Защита информации. Объект информатизации. Факторы, воздействующие на информацию. Общие положения. Введен: 01.02.2008. Утв. 27.12.2006 г.
2. Клянчин А.И. Каталог закладок АНБ (Spigel). Часть 1. Инфраструктура // Вопросы кибербезопасности. 2014. № 2 (3). С. 60-65.
3. Молодцова, Ю.В. Судебная компьютерно-техническая экспертиза: учебно-методическое пособие / Ю.В. Молодцова, А.Н. Яковлев. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. 20 с.

УДК 34.06

КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЛЕДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ DEEPFAKE

Тимков И.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
timkov.ivan09@mail.ru
Научный руководитель: Молодцова Ю.В., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
mol_ji@bmstu.ru

Технология «deepfake» позволяет реализовать метод синтеза контента, основанный на машинном обучении и искусственном интеллекте. Основой технологии deepfake являются генеративные состязательные сети (GAN).

С помощью GAN исследователи и инженеры начали экспериментировать не только с заменой лиц на фотографиях и видео, но и с подменой голоса. Применённые алгоритмы машинного обучения, а также возможность доступа к вычислительным ресурсам других

компьютеров, позволило воссоздать человеческое лицо с высокой степенью точности и естественности.

В развлекательной индустрии deepfake также стал мощным инструментом для творчества. Режиссеры и сценаристы стали использовать технологию для воссоздания актеров в фильмах, когда требовалось вернуть их к жизни или показать более молодыми.

Однако популяризация deepfake в социальных сетях имеет и негативные последствия. Как упоминалось, легкость создания deepfake привела к возникновению множества проблем. Многие пользователи используют технологию для создания визуального контента юмористической направленности, не осознавая потенциальных последствий или правовых последствий своих действий.

Закономерно вместе с расширением использования «deepfake» появились и первые случаи его применения в преступных целях. Сначала технология «deepfake» была использована для создания порнографического контента, в котором лица известных людей или обычных граждан заменялись без их согласия.

Например, по данным Вордстат от сервиса «Яндекс», на текущий момент одними из самых популярных запросов, включающих в себя слово «deepfake», были запросы порнографической направленности. Еще одним аспект преступного использования «deepfake» является создание поддельных видео, предназначенных для манипуляции общественным мнением или дезинформации. Такие видео могут быть использованы для создания ложных показаний или искаженного освещения событий, что может привести к общественным беспорядкам или юридическим проблемам.

Для решения задачи выявления криминалистически значимых следов использования технологии «deepfake» было создано deepfake-видео. Для создания было использовано интервью нейтрально-медийной личности Светланы Ходченковой. Для замены было выбрано лицо нейтрально-медийной личности Кристины Асмус. Для улучшения качества получаемого видео, была создана библиотека, включающая более двух с половиной тысяч итераций фотографий Кристины Асмус, а также предварительно натренированная нейронная сеть с более чем миллионов итераций изображений.

Далее посредством ПО «Photoshop», интернет-ресурса «photo-forensics» видеоизображение было разбито покадраво и проанализировано. В результате анализа были выявлены следующие закономерности появления следов:

- Наличие пикселей и артефактов, дефектов и смазанности изображения на границах лица;
- Повторяемость отдельных элементов, подверженность паттернизации;
- Низкое качество видео, пониженное качество видео в сравнении с оригиналом;
- Неестественность мимики, движений губ, глаз и отдельных мышц;
- Отличие в частях лица и голосе от оригинала. Частым признаком является несовпадение цвета глаз, отсутствие индивидуализирующих признаков лица или их смещение (родимые пятна, шрамы и т.д.);
- Несовпадение границы освещенности лица;
- Неправильный перенос фона видео;
- Неправильная векторизация цветов.

Ввиду того, что зачастую «deepfake» видео появляются только в сети и изъять ЭНИ с файлом-подделкой оказывается затруднительно, судебному эксперту необходимо в первую очередь проводить визуальный анализ изображения.

Таким образом, выявленные в совокупности признаки, позволяют провести контентозависимый анализ фото- и видеоизображения, а также аудиодорожки. Криминалистический аспект deepfake включает в себя широкий спектр проблем, связанных с незаконным использованием технологии, правовыми и этическими аспектами, а также сложностями в судебной практике. Решение этих проблем требует комплексного подхода, включающего разработку новых законов, создание эффективных методов обнаружения и повышение осведомленности общественности о рисках, связанных с deepfake [1-3].

Список литературы
1. Михайлов М.А. Злоупотребления технологиями deepfake (дипфейк) в медиапространстве: технических и этических мер защиты недостаточно // Уголовное производство: процессуальная теория и криминалистическая практика: материалы 10 Международной научно-практической конференции (Севастополь, 29–30 апреля 2022 года) / отв. редактор М.А. Михайлов. Симферополь: ООО «Издательство Типография «Ариал», 2022. С. 97-98.
2. Свирщ А.О., Олейникова П.А. Развитие технологии Deepfake // Modern Science. 2021. № 12- 4. С. 309-320.
3. Желудков М.А. Изучение влияние новых цифровых технологий на детерминацию мошеннических действий (технология deepfake). // Развитие наук антикриминального цикла в свете глобальных вызовов обществу: сборник трудов по материалам всероссийской заочной научно-практической конференции с международным участием (Саратов, 16 октября 2020 года). Саратов: Саратовская государственная юридическая академия, 2021. С. 262-270

УДК 343

СУДЕБНАЯ ЭКСПЕРТИЗА КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ УГОЛОВНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ КОРРУПЦИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Титов М.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
titovmv@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Милаева М.Ю., к.ю.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

Коррупция представляет собой злоупотребление служебным положением, дачу и получение взятки, злоупотребление полномочиями, коммерческий подкуп либо иное незаконное использование физическим лицом своего должностного положения вопреки законным интересам общества и государства в целях получения выгоды для себя или для третьих лиц либо незаконное предоставление такой выгоды указанному лицу другими физическими лицами [1]. Уголовный кодекс Российской Федерации (далее – УК РФ) устанавливает ответственность за коррупцию [2].

В настоящее время статьи УК РФ коррупционной направленности имеют ряд недостатков. Так, уголовная ответственность за посредничество во взяточничестве (ст. 291.1 УК РФ) возникает только в случае, когда взятка имеет значительный размер (более 25 тыс. руб.). Предлагается установить уголовную ответственность за посредничество при взятке, не превышающей 10 тыс. руб., и за посредничество при взятках от 10 тыс. до 25 тыс. руб. Нельзя не отметить диспропорцию в размере наказаний за посредничество во взяточничестве и обещание или предложение посредничества. Максимальный срок лишения свободы за обещание или предложение посредничества во взяточничестве (ч. 5 ст. 291.1 УК РФ) равен 7 годам, в то время как за посредничество без квалифицирующих признаков (ч. 1 ст. 291.1 УК РФ) - 4 года. Таким образом, предлагается также включить в ст. 291.1 УК РФ Примечание 2 в целях установления способа определения наказания за обещание или предложение посредничества во взяточничестве, суть которого заключается в ограничении срока или размера наказания половиной от максимального срока или размера наказания за определенный вид посредничества, обещанного или предложенного лицом.

Изложенные выше проблемы уголовной ответственности за взяточничество не представляют собой исчерпывающий список, однако трудности в борьбе с коррупцией возникают не только из-за них. Сложность расследования коррупционных дел заключается частом отсутствии доказательственной базы, которая бы подтверждала факт дачи или получения

взятки. В связи с этим следователи назначают судебную экспертизу, заключение которой будет являться доказательством по делу.

Дактилоскопическая экспертиза назначается для установления принадлежности предмета взятки лицу. В этом случае исследуются следы рук, оставленные, например, на купюрах. Для установления лиц, которые оставили письменные записи на документах, назначается почерковедческая экспертиза [3]. В случаях, когда в качестве взятки используются различные предметы (ювелирные изделия, антиквариат, произведения искусства и пр.), назначаются товароведческие, искусствоведческие, геммологические и другие экспертизы, которые позволяют определить их ценность. Если у лиц найдены части предмета, которые могли быть едиными ранее, то проводится криминалистическая экспертиза по установлению целого по частям (например, обрывки тайных записок, квитанций, разорванные купюры и т.д.) [3, с. 258]. В ходе экспертизы веществ, материалов и изделий может быть установлено наличие на руках подозреваемого невидимого спецсредства, которое было заранее нанесено на предмет взятки следователями (таким спецсредством может являться, например, Препарат «Б-1», представляющий собой малозаметный порошок; специальный краситель «Карандаш», которым на купюру может быть нанесена надпись «Взятка»). Описанные действия проводятся, чтобы подозреваемый не смог отрицать факт получения взятки. Данная экспертиза также позволяет установить сходство объектов, исходя из их химического состава (например, сходство частичек кожи, оставленных на купюрах, с кожей подозреваемого). При расследовании дел, связанных с злоупотреблением должностными полномочиями, в целях изучения действий должностного лица, анализа экономической и производственной деятельности организации могут назначаться судебно-бухгалтерская, финансово-экономическая, налоговая и иные виды экономических экспертиз. В ходе компьютерно-технической экспертизы проводится исследование цифровой информации, содержащейся в смартфонах, компьютерах и других электронных устройствах, что позволяет установить факты передачи или получения взятки с помощью электронных средств платежа, контактирования взяткодателя с взяткополучателем с помощью мобильной связи, мессенджеров и т.д.

Подводя итог, стоит отметить, что государству необходимо исправлять недостатки в уголовной ответственности за коррупцию, искать новые пути борьбы с данным явлением, в частности, активно внедрять новейшие технологии в производство судебных экспертиз. В условиях стремительного развития науки и техники роль судебной экспертизы в установлении признаков коррупционных преступлений неуклонно возрастает, и она становится одной из важнейших составляющих уголовно-правового регулирования противодействия коррупции в Российской Федерации.

Список литературы

1. Федеральный закон от 25.12.2008 N 273-ФЗ О противодействии коррупции. URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102126657 (Дата обращения: 20.04.2024)
2. Уголовный кодекс Российской Федерации. URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody&nd=102041891 (Дата обращения: 20.04.2024)
3. Перевозчиков А. В. Некоторые вопросы, связанные с назначением судебных экспертиз при расследовании преступлений коррупционной направленности // Молодой ученый. 2021. № 49 (391). С. 257-259.

УДК 034

СЕРИЙНЫЕ ТОВАРНЫЕ ЗНАКИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТЬЮ

Юрченко А.К., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»
Alina_yurchenko03@rambler.ru
Научный руководитель: Стороженко О.М., к.ю.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Безопасность в цифровом мире»

«Серийные товарные знаки», «серия товарных знаков» и «семья товарных знаков» – термины-словосочетания, несущие аналогичный смысл в юридической литературе и судебной практике. Понятие серийных товарных знаков существует только в судебной практике. Серийные товарные знаки – зарегистрированные на имя одного правообладателя обозначения, сравнение которых между собой позволяет выявить явно выраженные доминантные элементы, по которым запоминаются все товарные знаки независимо от их модифицированных отображений [2]. Исходя из определения можно выделить следующие признаки серийных товарных знаков: регистрация на имя одного правообладателя, явно присутствующий доминантный элемент при сравнении, узнаваемость за счет доминантного элемента.

Самым спорным на практике является критерий доминантного элемента, который может быть как словесным, изобразительным или комбинированным [1]. Обязательное требование к нему – наличие различительной способности, как изначальной, так и приобретенной. К доминантному элементу не относятся неохраноспособные элементы или элементы со слабой различительной способностью. Правоприменитель продолжает формировать ориентиры для понимания доминантного элемента. К примеру, указывая на то, что различительную способность обозначениям придает их начальный элемент. Однако эта позиция Девятого арбитражного апелляционного суда идет вразрез с позицией Роспатента о том, что доминантный элемент может быть и в начальной, и в конечной позиции. Ключевое – нахождение его в одной и той же позиции в разных обозначениях одной серии.

Помимо этого практика административных органов выделяет и иные критерии для серии товарных знаков. Так, Роспатент указывает на необходимость минимум трех зарегистрированных товарных знаков для презумпции использования серии.

Фактическое понимание критериев серии товарных знаков является предметом споров. Тем не менее, серии продолжают создаваться и успешно регистрироваться организациями. Основная причина – укрепление позиции на рынке за счет стратегического подхода к управлению интеллектуальной собственностью.

Управление интеллектуальной собственностью подразумевает реализацию следующих функций: 1) создание/выявление результата интеллектуальной деятельности, 2) правовая охрана, 3) учет прав на результаты интеллектуальной деятельности, 4) распоряжение исключительным правом, 5) защита результата интеллектуальной деятельности. При выборе регистрации серии товарных знаков в рамках стратегии управления интеллектуальной собственности компания реализует каждую из них.

Регистрация обозначения становится проявлением функции создания результатов интеллектуальной деятельности. Кроме того, с помощью использования серии товарных знаков компания усиливает правовую охрану используемых обозначений, однако именно функция правовой охраны является наиболее спорной. Причина – отсутствие гарантии неоспоримости обозначений при наличии серии товарных знаков [2, 3]. Хотя при этом серия товарных знаков может помочь правообладателю оспорить иное обозначение включая и целую серию товарных знаков.

Правообладатель может реализовать функцию распоряжения товарным знаком как в том, так и ином ее проявлении. В том числе он может принять решение об окончании поддержания охраны обозначения в силе в случае понимания неэффективности этой стратегии в рамках

управления интеллектуальной собственности. Также количество административных и судебных споров в части серий товарных знаков демонстрирует безусловную частоту реализации функции защиты этого результата интеллектуальной деятельности на практике. Несмотря на то, что семьи товарных знаков – достаточно молодое явление, оно становится все более популярным при выборе стратегии управления интеллектуальной собственностью в том числе у крупных экосистем, таких как «Яндекс» и «Сбер». Подтвердить это утверждение можно легко проверив количество зарегистрированных «Яндексом» за последнее время обозначений, которые очевидно относимы к серии (заявки № 1006561, 1006112, 1004054, 997190)

Безусловно регистрация семей товарных знаков гигантами инновационных экосистем подтверждает актуальность исследования данного явления в системе управления интеллектуальной собственностью.

Список литературы

1. Приказ Роспатента от 24.07.2018 № 128 «Об утверждении Руководства по осуществлению административных процедур и действий в рамках предоставления государственной услуги по государственной регистрации товарного знака, знака обслуживания, коллективного знака и выдаче свидетельств на товарный знак, знак обслуживания, коллективный знак, их дубликатов» – п. 7.3.1. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304256/ (Дата обращения 30.03.2024).
2. Обзор судебной практики по делам, связанным с разрешением споров о защите интеллектуальных прав / утв. Президиумом Верховного Суда РФ 23.09.2015. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_186586/ (дата обращения 30.03.2024).
3. Видякина О.В., Стороженко О.М. Лучшие практики управления интеллектуальной собственностью. Модуль 1. Основные положения управления интеллектуальной собственностью в организациях: учебное пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. 103 с.

РАЗДЕЛ «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА»

СЕКЦИЯ «БИОМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

УДК 612.08+535.243

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ

Бельшева М.Н., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
belsheva.masha@gmail.com
Масляева Е.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
Lizamaslyaeva@gmail.com
Наумов М.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
mikanau77@mail.ru
Огнева Л.Г., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
ladaogneva@yandex.ru
Научный руководитель: Сафонова Л.П., к.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Современные реализации спектрофотометрии в красном и ближнем инфракрасном диапазонах длин волн (К-БИКС) в режиме мониторинга в критических состояниях, при функциональной активности испытуемого и в условиях хирургического вмешательства позволяют количественно оценивать натуральные показатели поглощения и редуцированного рассеяния подповерхностно зондируемого объёма биологической ткани на глубину от двух миллиметров до нескольких сантиметров с высоким временным, до 10 мс, и удовлетворительным пространственным разрешением от 1 до 5 мм [1, 2]. Поглощение определяется молекулярным составом биологической ткани, особенностями микроциркуляторного кровотока, метаболической активностью и оксигенацией ткани, наличием крупных неоднородных включений, новообразований, нервных стволов, сосудов. Рассеяние связано со структурой, морфологией и оптическими свойствами клеток.

На факультете «Биомедицинская техника» МГТУ им. Н.Э. Баумана ведутся разработки по следующим актуальным направлениям применения К-БИКС в медицине: интраоперационная диагностика, спортивная и реабилитационная медицина, объективная аудиометрия. Сформулированы полученные на сегодняшний день результаты и перспективы дальнейшего развития по каждому из указанных направлений.

На основании результатов численного моделирования распространения света с помощью программы открытого доступа NIRFASTer и методом бинарной классификации квадратичным дискриминантным анализом показано, что К-БИКС позволяет обнаруживать нейроваскулярные структуры, нервные стволы, артерии и вены, диаметром от 0,5 мм глубиной залегания до 4 мм при расстояниях источник-детектор от 5 до 8 мм, соответствующих условиям проведения оперативного вмешательства в нейрохирургии. Одним из критериев обнаружения кровенаполненных сосудов является инверсия изменения с увеличением длины волны натурального редуцированного показателя рассеяния исследуемого объема ткани. Среди рассмотренных технических реализаций К-БИКС: подхода с излучением постоянной интенсивности с фотоэлектронным умножителем (ФЭУ), частотного подхода с лавинным фотодиодом (ЛФД) и с ФЭУ, – только последний вариант позволяет обеспечить процент

правильно обнаруженных включений всех типов более 95%. Применение крестообразной конструкции зонда позволяет улучшить чувствительность варианта с ЛФД. Дальнейшие теоретические исследования, отличающиеся от экспериментальных простотой варьирования оптических свойств и исследуемой геометрии и возможностью генерации большого числа данных, могут включать добавление шумов, анализ различных геометрий оптического зонда, включение динамики кровотока.

Для развития интраоперационной диагностики на основе К-БИКС, дифференциального анализа биологических тканей, нормальных и патологических, идентификации нейроваскулярных включений, необходимо создание базы данных оптических свойств биологических тканей, получаемых на единой методической и метрологической основе. Для моделирования широкого круга задач и формирования технических требований к реализациям К-БИКС актуальна разработка цифровых динамических тест-объектов биологических тканей на основе гистологических и физиологических данных и с применением математических моделей их взаимосвязи с оптическими показателями.

На основании результатов экспериментальных исследований на 7 испытуемых в процессе выполнения лёгкой и умеренной нагрузки на беговой дорожке с одномоментной четырёхканальной регистрацией показателей с помощью спектрофотометра «OxiplexTS» (ISS, Inc.) подтверждена высокая информативность К-БИКС для контроля функционального состояния организма при физической нагрузке. Разработана методика тестирования и программно-алгоритмический комплекс для предобработки регистрируемых сигналов и вычисления информативных параметров функционального состояния. Метод устойчив к двигательным артефактам, позволяет количественно оценивать показатели работы сердечно-сосудистой, дыхательной, мышечной систем и регуляторных механизмов. Результаты свидетельствуют о целесообразности и перспективности дальнейших исследований на большой группе испытуемы

Проведён ряд экспериментальных исследований с участием одного добровольца по применимости спектрофотометрии для объективной аудиометрии. Основные ограничения метода К-БИКС решались с помощью специальной подпружиненной планарной конструкции разработанного оптического зонда, с помощью персонифицированного позиционирования зонда в области проекции слуховой коры и программно-алгоритмическими средствами обработки регистрируемых сигналов. Получены воспроизводимые результаты, свидетельствующие о наличии нейроваскулярного сопряжения в слуховой коре при чистых подпороговых стимулах определённой частоты, активирующих слуховые рецепторы.

Список литературы

1. Almajidy R. K. et al. A newcomer's guide to functional near infrared spectroscopy experiments // IEEE Reviews in Biomedical Engineering. 2019. Т. 13. С. 292-308.
2. Fantini S., Sassaroli A. Frequency-domain techniques for cerebral and functional near-infrared spectroscopy // Frontiers in neuroscience. 2020. Т. 14. С. 300.

УДК 004.891.3

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АНЕВРИЗМЫ БРЮШНОГО ОТДЕЛА АОРТЫ НА БЕСКОНТРАСТНЫХ КТ-ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Гордиенко Д.В., студент
ГБУЗ НПКЦ ДиТ ДЗМ, Отдел научных медицинских исследований, МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»,
mrvanderk@mail.ru
Научный руководитель: Коденко М.Р., м.н.с., ассистент
ГБУЗ НПКЦ ДиТ ДЗМ, Отдел научных медицинских исследований, МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Обоснование: Распространенность аневризмы брюшной аорты (АБА) в РФ достигает 40 случаев на 100 тыс. населения. Для данной патологии характерно скрытое течение и неблагоприятный прогноз, в случае разрыва аневризмы летальность превышает 90%. Несмотря на отработанную методику УЗИ-скрининга АБА нередко обнаруживают в ходе рутинного КТ-исследования органов брюшной полости. Впрочем, доля пропусков АБА на КТ, согласно литературным данным, достигает 4% ежегодно проводимых КТ [1], ввиду сложности ручного анализа таких исследований. В данной работе представлен алгоритм компьютерного зрения, предназначенный для автоматизации обнаружения АБА на КТ. Ожидаемая практическая значимость применения алгоритма – снижение смертности и повышение качества жизни пациентов за счет своевременной диагностики АБА, позволяющей снизить риск осложнений и напрямую влияющей на эффективность лечения.

Цель исследования: Разработка алгоритма машинного обучения для сегментации аорты на бесконтрастных КТ-изображениях брюшного отдела и оценки её диаметра.

Материалы и методы: для обучения и тестирования алгоритма были использованы бесконтрастные КТ-изображения, являющиеся частью набора данных, разработанного в рамках НИОКР (№123031500002-1). ПО разработано на языке программирования Python с использованием фреймворка TensorFlow. Обучающая выборка состояла из 314 размеченных синтезированных КТ-изображений двух пациентов, тестовая состояла из 180 реальных КТ-изображений одного пациента. Разрешение изображений составляет 96 на 192 пиксел. Алгоритм разработан на основе свёрточной нейронной сети U-Net. Для расчёта диаметра использован алгоритм, основанный на определении диаметральных точек контура по равенству синусов центрального угла: на первом этапе, рассчитываются радиусы для каждой точки контура маски, затем суммируются радиусы диаметральных точек, наконец, из рассчитанных диаметров выбирается наибольший.

Результаты: была получена сериализованная модель сегментации, точность сегментации, определенная как среднее значение коэффициента Соренсона-Дайса составила 85,6%. Погрешность оценки диаметра аорты обученной моделью составило 0,12 мм.

Заключение: Первичная апробация алгоритма демонстрирует возможности свёрточных нейронных сетей в диагностике аневризмы брюшной аорты. Дальнейшее развитие проекта предполагает расширение обучающей и тестовой выборок, модификацию параметров алгоритма и выбор оптимальной метрики качества. Также предполагается масштабирование работы алгоритма на аневризмы иных отделов сосудистой системы.

Список литературы

1. Claridge R. et al. Measuring abdominal aortic diameters in routine abdominal computed tomography scans and implications for abdominal aortic aneurysm screening // Journal of vascular surgery. 2017. I. 65. № 6. pp. 1637-1642.

УДК 57.087

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ РУК У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ

Демина С.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
deminasd02@mail.ru
Кубинская Д.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
dianakubinskaya@gmail.com
Польгуев М.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
maksimpolguev2015@yandex.ru
Научный руководитель: Мошкова А.А., к.т.н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Болезнь Паркинсона (БП) – это хроническое нейродегенеративное заболевание, связанное с гибелью дофаминергических нейронов центральной нервной системы [1]. Раннее распознавание БП является актуальной задачей современной медицины, так как способствует своевременному началу терапии и сохранению качества жизни пациента. Одним из клинических проявлений болезни Паркинсона является гипокинезия, что проявляется в виде нарушений двигательной активности. В качестве метода для распознавания болезни Паркинсона и определения стадии заболевания предлагается оценивать двигательную активность рук пациента во время выполнения трёх упражнений, которые применяются в клинической практике для оценки тяжести болезни Паркинсона по шкале MDS-UPDRS [2], а именно: постукивание пальцами (ПП), «открытие/закрытие» ладони (ОЗ), «пронация/супинация» кисти (ПС).

Регистрация данных двигательной активности рук производится с помощью датчика Leap Motion, который позволяет получать 3D координаты точек ладони. Двигательный сигнал записывается в течении 20 секунд. Сигнал построен на основе расчета расстояния между указательным и большим пальцем для упражнения ПП, между средним пальцем и центром ладони для упражнения ОЗ и оценке угла поворота для упражнения ПС. Для оценки двигательного сигнала выбраны следующие параметры: амплитуда, частота, СКО амплитуды [2]. Известно, что дебют моторных симптомов при БП в большинстве случаев является односторонним [3], что проявляется в существенных различиях двигательных параметров для правой и левой руки. Таким образом, в качестве признака для распознавания ранней стадии заболевания введен параметр, оценивающий асимметрию амплитуд. Расчет параметров двигательной активности рук производится на основе автоматизированного алгоритма расстановки точек экстремума на периодическом сигнале. Реализация алгоритма производится на языке программирования *python*. Алгоритм основан на автоматической разметке исходного сигнала точками экстремумов с помощью встроенной функции из библиотеки *scipy.signal* – *argrelmin* и *argrelmax*, с предварительной фильтрацией сигнала встроенной функцией – *lowess*.

Для проведения исследования по статистической оценке параметров двигательной активности рук собрана группа пациентов с БП на базе ФГБНУ «Научный центр неврологии», которая включает подгруппы пациентов с первой, второй и третьей стадиями заболевания (14,11,47 пациентов, соответственно). Контрольная группа (КГ) испытуемых соответствующего возраста собрана на базе НОМТЦ МГТУ им. Н.Э. Баумана. Для выявления статистически значимых различий между группами пациентов с различными стадиями заболевания и КГ проведено сравнение выборок по критерию Манна-Уитни для всех двигательных параметров. Для упражнения ПП получены наиболее значимые статистические различия: различимы все стадии заболевания по амплитуде и СКО амплитуды. Для упражнения ОЗ выборки различимы только по частоте, для упражнения ПС различия наблюдаются для параметра СКО амплитуды. Также, в результате проведенного исследования выявлено наличие существенных отличий

между асимметрией амплитуд пациентов с первой стадией заболевания и асимметрией амплитуд у всех остальных групп испытуемых при выполнении упражнения ПП. Например, амплитуды для правой и левой руки различаются на 15% у участников КГ, на 40% у пациентов с первой стадией БП.

Дальнейшим направлением работы является разработка алгоритма машинного обучения для определения тяжести заболевания. Алгоритм должен быть устойчив к погрешностям, которые могут влиять на расчет двигательных параметров. Для установления погрешности расчета амплитуды движений на основе алгоритма автоматизированной разметки, полученные значения амплитуд сопоставлялись с амплитудами, рассчитанными на основе ручной разметки сигналов. Погрешность расчета амплитуды для упражнения ПП составила 4,09 %, для упражнения ОЗ 2,70 %, для упражнения ПС 1,34%. Для установления погрешности определения расстояния датчиком Leap Motion произведена запись сигналов с эталонными предметами фиксированной длины. В качестве эталона использованы предметы длиной 30, 50, 70, 100 мм для упражнения ПП и 30, 50, 70 мм для упражнения ОЗ. Предметы располагались между ключевыми точками ладони, которые используются при расчете амплитуды при выполнении упражнений ПП и ОЗ. Абсолютная погрешность определения амплитуды датчиком Leap Motion при выполнении упражнения ПП в среднем составляет 4,8 мм, для упражнения ОЗ - 4 мм.

Таким образом, в результате работы определен набор признаков, имеющих статистически значимые различия между группами, который будет использоваться для дальнейшей разработки алгоритма определения тяжести заболевания на основе машинного обучения. Для алгоритма определены требования по устойчивости к погрешности расчета амплитуды при автоматизированной разметке сигнала и к погрешности оценки расстояния между ключевыми точками, определяемыми датчиком Leap Motion.

Список литературы

1. Левин О.С. Болезнь Паркинсона: современные подходы к диагностике и лечению // Практическая медицина. 2017. № 01 (17). URL: http://pmarchive.ru/bolezn-parkinsona-sovremennye-podxody-k-diagnostike-i-lecheniyu/?ysclid=lxiupepth9496302624 (Дата обращения 01.05.2024)
2. Ferraris C. et al. A self-managed system for automated assessment of UPDRS upper limb tasks in Parkinson’s disease // Sensors (Basel). 2018. V. 18, № 10. DOI: 10.3390/s18103523.
3. Коломан И.И., Чимагомедова А.Ш. Влияние асимметрии моторных симптомов на когнитивные функции при болезни Паркинсона. // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски. 2020. № 120 (10-2). С. 74-79. DOI: 10.17116/jnevro202012010274.

УДК 616.31, 615.47, 004.89

ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОНКОСКРИНИНГА СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ РТА

Кауртаев С.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
krum3x@gmail.com
Семенова А.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
prof.s.cfm@gmail.com
Соколова Д.Ю., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
whyclos@mail.ru
Научный руководитель: Колпаков А.В., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

В 2020 году рак губ и полости рта стал одной из наиболее распространенных онкологических патологий в мире. Прирост заболеваемости онкологическими заболеваниями полости рта в России за период с 2009 по 2019 гг. составил 35,6% [1]. Ранняя диагностика раковых и предраковых заболеваний полости рта позволяет повысить пятилетнюю выживаемость пациентов до 80-90% при получении ими подходящего лечения. Существенное развитие получили оптические методы онкоскрининга слизистой оболочки полости рта, в частности, метод спектроскопии диффузного отражения [2], и визуализация в пространственно-частотной области (SDFI), позволяющей провести оценку состояния биообъекта в высоком разрешении в режиме реального времени [3], результаты оценки перспективности применения которых показаны в данной работе.

Исследование метода спектроскопии диффузного отражения проводилось на наборе данных образцов интактных и патологических участков слизистой полости рта, собранных у 150 пациентов с красным плоским лишаем (КПЛ), 75 пациентов с лейкоплакией и 23 пациентов с подозрением на злокачественное новообразование. Измерения охватывали 1365 каналов длин волн. Обработка данных включает в себя нормализацию и стандартизацию полученных данных, снижение размерности и классификацию методами контролируемого машинного обучения. Для повышения точности классификации использовался метод извлечения признаков, основанный на возможности алгоритма «случайный лес» определять важность признаков после классификации, что позволило выделить из исходного диапазона длин волн (360-2600 нм) три группы по возрастанию информативности с целью сокращения количества неинформативных признаков и исключения их из процесса классификации.

По результатам исследования при автоматическом различении неизмененной слизистой оболочки рта у пациентов с КПЛ получена точность 96%, чувствительность 94%, специфичность 97%; с лейкоплакией – 88%, 90%; 84%; с подозрением на злокачественное новообразование – 86%, 92%; 76%, соответственно. При дифференциации типичной и эрозивно-язвенной форм КПЛ точность метода составила 85%, чувствительность 82%, специфичность 88%; КПЛ и лейкоплакии – 91%, 73%; 98%. При дифференциации лейкоплакии и злокачественного новообразования точность составила 92%; КПЛ и злокачественного новообразования - 89%. Наилучшие результаты были показаны всеми алгоритмами в группе длин волн повышенной эффективности, что согласуется с биофизическими механизмами, вызывающими изменения оптических свойств тканей слизистой оболочки полости рта при развитии раковых и предраковых поражений.

В ходе исследования метода SDFI был использован стенд, содержащий модуль освещения; модуль пространственной модуляции и модуль регистрации изображений. Стенд позволяет регистрировать изображения на длинах волн 660 и 850 нм при различной пространственной частоте модуляции излучения, что позволяет определить метаболическую функцию ткани. Исследования проводились на тест-объектах, имитирующих оптические

свойства биоткани. Обработка результатов состоит из демодуляции по трем изображениям на одной и той же пространственной частоте; калибровку с целью отделения функции отклика системы от функции отклика образца; определение коэффициента диффузного отражения образца; определение оптических характеристик регистрируемого образца в результате решения обратной задачи: по известным значениям коэффициента диффузного отражения на двух пространственных частотах определяются значения оптических параметров объекта (показателей поглощения и рассеяния), удовлетворяющие уравнению переноса излучения.

Была исследована корреляция измерений оптических параметров между исследовательским стендом и ИК-спектрофотометром. Для каждой из пространственных частот (0,1; 0,2; 0,3; 0,4 ПЛ/мм) коэффициент корреляции Спирмена составил от -0,85 до -0,83, что при размере выборки $n = 5$ и $\alpha = 0,10$ свидетельствует о корреляции. Было выявлено, что измеренные значения натуральных показателей поглощения для тест-объектов зависят от возрастающей массовой доли поглотителя в этих объектах и соотносятся друг с другом вне зависимости от метода измерения. Была выявлена зависимость оптических параметров от размера исследуемого участка тест-объекта. Для тест-объектов с равномерно распределенными частицами поглотителя устойчивая оценка оптических параметров наблюдается в диапазоне площадей от 320 кП до 1 мП. Точность измерения оптических параметров увеличивается пропорционально площади измерения.

Исследование позволяет предположить, что SFDI является дальнейшим этапом развития метода спектроскопии диффузного отражения в качестве способа бесконтактной визуализации очагов раковых и предраковых поражений ротовой полости.

Список литературы

1. Злокачественные новообразования в России в 2019 году (заболеваемость и смертность). под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, А.О. Шахзадовой. М.: МНИИОИ им. П.А. Герцена–филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2020. 252 с.
2. Kolpakov A.V., Moshkova A.A., Melikhova E.V., Sokolova D.Y., Muravskaya N.P., Samorodov A.V., Kopaneva N.O., Lukina G.I., Abramova M.Y., Mamatsashvili V.G. Diffuse Reflectance Spectroscopy of the Oral Mucosa: In Vivo Experimental Validation of the Precancerous Lesions Early Detection Possibility // Diagnostics. 2023. V. 13. DOI: 10.3390/diagnostics13091633.
3. Applegate M.B., Karrobi K., Angelo Jr. J.P., OpenSFDI: an open-source guide for constructing a spatial frequency domain imaging system // Journal of Biomedical Optics. 2020. V. 25. №1. DOI: 10.1117/1.JBO.25.1.016002

УДК 534.6

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИЗМЕРЕНИЯ АМПЛИТУДЫ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

Кашкаров И.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
kashkarovid@student.bmstu.ru
Тарасовская А.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
Научный руководитель: Борде А.С., к.т.н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Все большее применение в различных областях медицины получают ультразвуковые колебательные системы. Важнейшим параметром, обеспечивающим эффективность использования ультразвуковых методов, является амплитуда механических колебаний. Она обеспечивается ультразвуковой колебательной системой (УЗКС) и определяет возможность и

эффективность реализации тех или иных процессов. Поэтому контроль и измерение амплитуды колебаний излучающих поверхностей необходим при практическом применении УЗКС [1].

Все методы контроля амплитуды колебаний рабочего окончания УЗКС можно условно разделить на: бесконтактные и контактные [2]. При контактных измерениях часть измерительного устройства, по крайней мере, измерительный датчик, оказывается механически соединен с исследуемой колеблющейся поверхностью. Такое присоединение может влиять на параметры измеряемых колебаний, внося соответствующие искажения и погрешности. Более распространенными в настоящий момент являются бесконтактные методы, за счет более простой реализации и удобства их применения

Для выбора используемой методики было проанализировано назначение исследуемого колебательного инструмента. Учитывая, что используется прибор хирургического ультразвука, характеризующийся высокой интенсивностью колебаний, отдается предпочтение оптическому методу измерения амплитуды ультразвуковых колебаний. Этот метод также является наиболее доступным, поскольку для его реализации требуется микроскоп и ЭВМ, что можно найти практически в каждой лаборатории.

Так как почти все из разработанных методов относятся к механическим, или ручным, измерение амплитуды требует достаточно большого количества времени и вносит дополнительную погрешность из-за человеческого фактора.

Целью данной работы является создание автоматизированного стенда для измерения амплитуды ультразвуковой колебательной системы.

Результаты измерения амплитуды ультразвуковых колебаний УЗКС сильно зависят от перпендикулярности направления колебаний УЗКС направлению освещения его рабочего окончания. Разработка оптического испытательного стенда, позволяющего улучшить точность позиционирования рабочего окончания УЗКС за счет автоматизации его позиционирования, является первой частью данной работы.

Основные функциональные части стенда для определения амплитуды колебаний УЗКС, их назначение и взаимосвязи между ними следующие. Компьютер, включающий блок питания, питающий плату Arduino Uno, и ПО, которое обменивается данными с Arduino Uno, а также обрабатывает информацию, поступающую от камеры. Arduino Uno управляется компьютером через ПО или с помощью сигналов с панели кнопок. Arduino Uno управляет тремя сервоприводами, каждый из которых отвечает за вращение УЗКС вокруг одной из трех ортогональных осей. Продольное движение УЗКС обеспечивается ШВП (шарико-винтовой передачей), соединяющей вал шагового двигателя с акустическим узлом УЗКС. Драйвер шагового двигателя, получающий сигналы от Arduino Uno, управляет шаговым двигателем. Драйвер шагового двигателя питается от внешнего блока питания. Также от внешнего блока питания получает энергию источник света, освещающий рабочее окончание во время работы УЗКС. В составе системы визуального контроля находится камера, направленная на рабочее окончание перпендикулярно направлению его колебаний. Камера делает снимки, которые обрабатываются ПО для получения искомого значения амплитуды ультразвуковых колебаний.

Стенд обеспечивает вращение инструмента вокруг трех осей: OZ (совпадает с осью УЗКС), OY (вертикальная ось) и OX (горизонтальная ось, перпендикулярная оси УЗКС).

Второй частью работы является разработка программного обеспечения, считывающего изображение с камеры микроскопа и измеряющего амплитуду колебаний путём обработки полученного изображения. Амплитуда измеряется как половина ширины размытия границы УЗКС в направлении колебаний.

Список литературы

1. Хмелев В.Н. и др. Разработка и исследование пьезопреобразователя для контроля амплитуды ультразвуковых колебаний излучающих поверхностей // Ползуновский вестник. 2014. № 2. С. 88-91.

2. Ланин В.Л., Петухов И.Б. Измерение амплитуды вибраций в технологических системах // Технологии в электронной промышленности.2015. № 4. С. 78-83.

УДК 612.1, 617.7

РАЗРАБОТКА ТЕСТ-ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ВИДЕОПЛЕТИЗМОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ОПТИЧЕСКИХ КОГЕРЕНТНЫХ ТОМОГРАФОВ

Коледа Ф.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
fkoleda@bk.ru
Щевелева Т.Е., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
tshheveleva@yandex.ru
Научные руководители: Вишняков Г.Н., д.т.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»,
Семчук И.П., к.т.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

На сегодняшний день, метод видеоплетизмографии ещё не стандартизован. Поэтому эксперименты с данным методом страдают от отсутствия воспроизводимости и сравнительной трудоёмкости, поскольку требуются люди, у которых вследствие индивидуальных особенностей организма сигналы видеоплетизмограммы могут сильно различаться. Также стоит отметить, что сигналы могут манятся не только от человека к человеку, но и вследствие эмоционального и физиологического состояния испытуемого в конкретный момент времени, что негативно сказывается на экспериментах во время разработки биотехнических систем. Схожие проблемы присутствуют у метода оптической когерентной томографии (ОКТ). Данный метод требует точной имитационной модели глаза, способной воспроизвести его оптические характеристики. Недостаточность субъективных сравнений и оценок зрительного анализатора обусловлена естественными различиями между глазами, такими как длина глаза, морфология хрусталика и другие факторы.

Видеоплетизмография это метод, основанный на частотно-временном анализе видеоизображения кожи. При этом свет от источника проникает в ткань и из-за поглощения и отражения несёт в себе информацию о кровенаполнении ткани. При анализе формы пульсовой волны как правило выделяется две фазы: анакротическая, связанная с систолой, и катакротическая, ассоциируемая с диастолой и отражениями волн от периферии сосудистого русла. В некоторых случаях между данными фрагментами наблюдается дикротическая инцизура. При этом форма и амплитуда пульсовой волны зависит от множества различных факторов, таких как возраст, пол, индекс массы тела, частота дыхания, температура тела.

Оптическая когерентная томография (ОКТ) – это современная технология бесконтактного исследования внутренней микроструктуры объектов с высоким разрешением (порядка нескольких микрометров) на глубине проникновения оптического излучения [1].

Таким образом целью данной работы является разработка тест-объекта для видеоплетизмографических систем, который способен моделировать сигналы различной формы, а также моделировать распространение пульсовой волны. Также целью данной работы является описание требований к созданию тест-объекта для калибровки оптических когерентных томографов.

В тест объекте для видеоплетизмографических систем матрица светодиодов будет расположена под слоем искусственной ткани. При этом сам тест-объект будет выполнен в форме головы человека. Таким образом, поглощение света тканью можно смоделировать изменением интенсивности светодиодов. При этом верхний слой искусственной ткани представлен пассивным компонентом, который можно обнаружить детектором [2]. Вследствие того, что

искусственные сигналы создаются с помощью света, а не с помощью жидкости или других методов вся система остается компактной и простой. Изменения в морфологии сигнала, которые соответствовали бы различным анатомическим особенностям, учитываются путем изменения формы синтезированного сигнала.

Для генерации необходимых сигналов разработана схема аналогового фильтра, который способен преобразовать ШИМ сигнал с ножки микроконтроллера в аналоговый сигнал видеоплетизмограммы. Данный подход к генерации сигналов используется для получения задержек между сигналами на разных светодиодах, что позволяет моделировать распространение пульсовой волны.

Для управления тест объектом разработан перечень команд modbus RTU. Данный протокол позволит редактировать форму синтезированного сигнала, а также сохранять внесённый изменения в память EEPROM микроконтроллера. Также данный протокол позволит отслеживать состояние тест объекта и задавать необходимую частоту синтезированного сигнала.

В ходе работы была разработана 3D модель головы, а также подобран материал для изготовления искусственной ткани.

Также в ходе исследований были установлены требования к тест-объекту для оптической когерентной томографии.

Модель должна обладать осевыми структурами, позволяющими оценивать показатели производительности и алгоритмы обработки изображений, аналогичные тем, которые применяются для сегментации слоев в ОКТ.

Для обеспечения точного моделирования структур глаза необходимо учитывать аксиальное разрешение конкретного ОКТ. Модель должна быть способна воспроизводить детали на микроуровне, соответствующие разрешению используемого офтальмологического прибора.

Модель должна воспроизводить различные виды катаракты, сохраняя коэффициенты рассеяния.

Для проверки алгоритмов улучшения изображений модель должна имитировать ткань хрусталика. Имитационная модель создается с использованием тонких рассеивающих пленок полидиметилсилоксана. Этот материал позволяет формировать сложные формы тест-объектов и регулировать их оптические свойства. Нано- и микрочастицы внедряются для имитации эффективного рассеяния каждого слоя хрусталика. В зависимости от концентрации примесей возможно моделирование различных патологий хрусталика, таких как катаракта [3].

Список литературы

1. Huang D., Swanson E.A., Lin C.P., Schuman J.S., Stinson W.G., Chang W., Hee M.R., Flotte T., Gregory K., Puliafito C.A., Fujimoto J.G. Optical coherence tomography // Science. 1991. № 254. pp. 1178- 1181.

2. Paul M., Mota A.F., Antink C.H., Blazek V., Leonhardt S. Modeling photoplethysmographic signals in camera-based perfusion measurements: optoelectronic skin phantom // Biomedical Optics Express. 2019. V. 10. I. 9. pp. 4353-4368.

3. Астахов Ю.С., Белехова С.Г. Оптическая когерентная томография: Как все начиналось и современные диагностические возможности методики. // Офтальмологические ведомости. 2014. Т. 7. С. 60-63.

УДК 615.47

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОТКАНИ

Колесников А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
kolalex2003@yandex.ru
Солохов Р.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
solrus02@mail.ru
Сулейманов А.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
ar.suleymanov2@gmail.com
Сучилин А.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
suchilin2002.ars@mail.ru
Научный руководитель: Скворцов С.П., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

В настоящее время разработаны и применяются разнообразные методы низкочастотного ультразвукового воздействия на биоткани. В частности, при сочетанном использовании ультразвука с растворами лекарственных веществ происходит усиление их действия. При непосредственном контакте инструмента с биотканями ультразвуковые колебания позволяют производить разделение тканей по границе раздела, избирательно разрушать патологические ткани, способствовать коагуляции мелких кровеносных сосудов, снижать усилие резания и др.

Недостатком существующих ультразвуковых аппаратов является либо отсутствие контроля воздействия, либо контроль параметров, непосредственно не определяющих эффективность лечения и затрудняющих последующий анализ его результатов, если они получены с использованием различных аппаратов. В частности, регулировка электрической мощности или амплитуды колебаний инструмента при использовании разных инструментов, разных электроакустических преобразователей, растворов разного состава и температуры, разных усилий нажатия и др. не гарантирует поддержание эффективного и безопасного режима воздействия.

Целью данной работы является разработка методов, по возможности не зависящих от особенностей используемых ультразвуковых аппаратов. Эти методы основаны на определении параметров ультразвуковой кавитации и состояния и типа биоткани по импедансу излучения.

Как известно, в основе полезных эффектов ультразвуковой кавитации лежит схлопывание кавитационных пузырьков, трансформирующих энергию ультразвукового поля в энергию ударных волн [1]. Проведенное численное моделирование уравнений пульсаций позволило на основе анализа субгармоник определить типы пульсаций, при которых наблюдается максимальное давление в ударной волне при схлопывании пузырьков, и обосновать управляющий параметр. В разработанном стенде из шума, регистрируемого при помощи воздушного микрофона, выделяются субгармоники на частотах 1/2 и 1/3 от частоты ультразвука, после чего амплитуда колебаний в реальном масштабе времени подстраивается по минимуму полученного управляющего параметра. Достоинством данного метода является относительный характер измерений и отсутствие электромагнитных помех от ультразвукового генератора, лежащих выше интересующих частот субгармоник. Разработанное программное обеспечение позволяет управлять амплитудой колебаний и отображать эффективность воздействия в виде амплитуды давления в ударной волне.

При пульсациях и схлопывании кавитационных пузырьков происходит изменение оптических параметров жидкости. При зондировании кавитационной области лазерным излучением облако кавитационных пузырьков выступает в роли оптического модулятора,

изменяющего экстинкцию раствора во времени. В работе проанализированы две модели светорассеяния: многократного рассеяния в приближении Тверского и малоуглового рассеяния [2]. Индикатриса рассеяния на одиночном пузырьке рассчитывалась в соответствии с теорией Ми. Численное моделирование позволило получить зависимость экстинкции от размеров пузырьков и получить спектральный состав сигнала фотодатчика [3]. На основании полученных данных обоснован управляющий параметр, получаемый из амплитуд субгармонических составляющих. Алгоритм автоматической подстройки амплитуды предполагает поиск минимума управляющего параметра. Отдельно исследован допустимый коэффициент ослабления из-за наличия загрязняющих примесей от уровня собственного шума в измерительном канале. В частности, при отношении сигнал-шум 40 дБ допустимый коэффициент ослабления составляет не менее 600 1/м. Разработанная оптическая насадка на ультразвуковой преобразователь позволяет отображать эффективность воздействия в виде амплитуды давления в ударной волне.

Для контроля воздействия на мягкие биоткани разработан стенд, в котором производится анализ электрических параметров ультразвуковой колебательной системы во время ее работы. На основании изменения параметров колебательной системы (УЗКС) на ее электрической стороне автоматически выделяется действительная и мнимая часть вносимого сопротивления, пропорционального сопротивлению излучения. С учетом геометрии задачи эти параметры позволяют определить толщину биоткани или тип контактирующей среды. Эти данные вместе с величиной усилия, регистрируемой тензодатчиком, позволяют автоматически регулировать акустическую мощность или отключать генератор при нежелательном контакте со здоровой биотканью. Проведенное моделирование позволило определить требуемую точность измерения электрических параметров.

Список литературы

1. Сиротюк М.Г. Акустическая кавитация. Москва.: Наука, 2008. 270 с.
2. Исимару А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах: в 2-х томах / пер. с англ. Москва.: Мир, 1981. 322 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 621.64/.69

РАЗРАБОТКА ЭКСТРУДЕРА 3D-ПРИНТЕРА ДЛЯ ПЕЧАТИ ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ИЗ СИЛИКОНА

Панюшкина А.П., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
Рыбников Д. Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
demyanrybnikov@yandex.ru
Научный руководитель: Борде А.С., к.т.н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

На современном этапе развития аддитивные технологии позволяют использовать материалы с заданными свойствами (прочность, ударопрочность, механическая прочность, легкость, гибкость) или адаптировать новые материалы для конкретных целей [1]. Использование таких материалов позволяет получать физические модели с определенными свойствами.

Для изготовления формованных деталей из эластомеров ранее в большинстве случаев использовался метод литья под давлением. Для этого необходимо изготовить индивидуальную литьевую форму, что целесообразно делать для большой партии выпускаемых изделий. С помощью аддитивных технологий стало возможным производить несколько единиц изделий заданной формы за меньшее время [2].

Силиконовые эластомеры универсальны, прочны, устойчивы к химическим и механическим воздействиям, долговечны. Благодаря своей биосовместимости и устойчивости к разрыву силикон используется в различных отраслях медицины, особенно в качестве сырья для изготовления имплантатов [3] .

Актуальность метода 3D-печати заключается в изготовлении индивидуальных физических моделей биологических тканей для проведения различных экспериментов и обучения врачей на этих моделях. Использование 3D-принтеров в медицине позволяет проводить быстрые хирургические вмешательства. Они также детально воспроизводят точную копию исходного материала, необходимого для отработки техники, что повышает шансы на успешную операцию. К преимуществам 3D-печати относятся воспроизведение анатомических данных, полученных с помощью КТ или МРТ, ускорение производства продукции, высокая точность изделий, исключение влияния человеческого фактора и автоматизация производственного процесса.

Детали экструдера были изготовлены с помощью аддитивных технологий, а именно на 3D-принтере Ender 3. Для печати использовался PLA-пластик с 50-процентным наполнением гироидом. Использовалось сопло диаметром 0,4 мм.

В настоящее время многие компании представляют различные типы 3D-принтеров. Разные принтеры имеют разную технологию печати: FDM, SLA, DLA и др. В данной работе была разработана конструкция экструдера, который может быть присоединен к любому FDM-принтеру, что значительно упростит процесс изготовления медицинских фантомов.

В качестве материала для печати были выбраны силиконовые эластомеры. Эти материалы характеризуются исключительной универсальностью, прочностью, стойкостью и долговечностью, а их механические свойства можно варьировать и изменять в широком диапазоне значений. Благодаря такому комплексу свойств они используются в основном там, где к материалам предъявляются высокие требования.

Был проведен анализ существующих типов силиконов и их механических параметров, в частности, особое внимание было уделено параметру жесткости по шкале Шора.

Силиконы для печати изначально жидкие. Поэтому рассматривались два основных варианта печати: FDM-печать с последующей вулканизацией силикона и SLA-печать. При сравнении этих технологий было установлено, что вариант FDM является наиболее подходящим, так как требует меньшей точности при изготовлении, что делает экструдер более доступным для производства.

Далее были рассмотрены два варианта конструкции экструдера: конструкция типа Боудена и конструкция прямого типа. Изначально конструкция Боудена была выгодна тем, что резервуар для силикона расположен вне каретки экструдера. Силикон из резервуара, расположенного на раме с помощью трубки, поступает в головку экструдера, закрепленную непосредственно на каретке. Но этот вариант оказался неудачным из-за того, что трубка Боудена достаточно эластична и при возникновении давления, создаваемого силиконом, трубка расширяется, что снижает точность экструзии. Поэтому было решено использовать конструкцию Direct, в которой весь экструдер крепится непосредственно к каретке.

Таким образом, разрабатываемый экструдер должен представлять собой дозирующую систему со съемным резервуаром, который можно установить на каретку 3D-принтера.

В проведенном эксперименте силиконовый эластомер помещался в шприцы с дозирующими иглами различного диаметра (от 0,1 до 2,5 мм), которые впоследствии устанавливались в опытный образец экструдера. Путем экструзии получали образцы цилиндрического сечения различного диаметра. Диаметр полученных образцов измерялся с помощью микроскопа (Bresser Advance ICD 10x-160x, Bresser GmbH, Германия).

Для изучения механических свойств напечатанных моделей были проведены испытания на одноосное растяжение на установке INSTRON 3365.

Испытание на одноосное растяжение заключается в растяжении образцов с постоянной скоростью до разрыва и измерении растягивающего усилия и удлинения, приложенного во время

испытания и в момент разрыва. Скорость нагружения выбирается в зависимости от дальнейшего применения полученных данных. Поскольку в данной работе используются силиконовые образцы, механические свойства которых незначительно изменяются при изменении скорости нагружения, для удобства скорость может быть установлена выше, чем при испытании биологических образцов и протезов. Для данного эксперимента значение скорости составило 10 $\frac{мм}{мин}$.

Исследование качества печати различных вариантов дизайна было проведено с помощью микроскопа Bresser Advance ICD 10x-160x.

Список литературы

1. Liaw C.Y., Guvendiren M. Current and emerging applications of 3D printing in medicine // Biofabrication. 2017. № 9. pp. 024102.
2. Zhou L., Gao Q., Jianzhong F., Chen Q., Zhu J., and Sun Y., Multi-Material 3D Printing of Highly Stretchable Silicone Elastomer // ACS Appl Mater Interfaces. 2019. V. 11. DOI: 10.1021/acsami.9b04873.
3. Леонов Д., Коденко М., Лейченко Д., Насибуллина А. и Кульберг Н. Дизайн и валидация фантома для транскраниальной ультрасонографии // Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg. 2022. V. 17. № 9. pp. 1579-1588. DOI: 10.1007/s11548-022-02614-2.

СЕКЦИЯ «МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 616-009.61+009.12

ВЛИЯНИЕ ВИЗУАЛЬНОЙ СВЯЗИ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ ВИБРОТАКТИЛЬНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ

Дементьева М.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
dma22l272@student.bmstu.ru
Зудилина М.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
zma22l005@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Дмитриев А.Н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Метод вызванных потенциалов широко известен в неврологической практике и позволяет определить такие заболевания, как рассеянный склероз, поражение плечевого нервного узла, травматические повреждения плечевого сплетения, повреждения шейных отделов спинного мозга, опухоли центральной нервной системы и др. Помимо активно применяемых в нейрофизиологии слуховых и зрительных вызванных потенциалов, особый интерес заслуживают и вибротакильные вызванные потенциалы, применяемые не только для объективной оценки тактильной чувствительности, но и имеют перспективные возможности в реабилитации постинсульных пациентов [1] и улучшения уровня жизни с, так называемым, синдромом «запертого человека», на основе технологии интерфейс мозг-компьютер.

Согласно результатам исследований Джабикони [2] и Яо [3], в 2004 и 2013 годах соответственно, амплитуда сигнала вибротактильного вызванного потенциала увеличивается, если испытуемый концентрирует своё внимание на раздражаемой части тела. В связи с этими данными было проведено экспериментальное исследование с целью оценки изменения параметров вибротактильных вызванных потенциалов на наличие визуальной связи.

Экспериментальное исследование включало в себя две серии, каждая из которых состояло из двух фаз. В первой экспериментальной серии испытуемый фиксировал свой взгляд в поле зрения, удаленное от объекта воздействие: пальцев стимулируемой кисти, во второй – фиксировал взгляд на пальцы кисти, концентрируя внимание на моментах стимуляции. В первой фазе каждой серии испытуемый подсчитывал «в уме» подачу вибротактильных стимулов, воздействующих на указательный палец, во второй - на большой.

Для анализа результатов были реализованы алгоритмы обработки сигнала в программной среде MatLab R2022b. Для выделения P300 был использован метод когерентного усреднения, также был произведён частотный анализ с помощью быстрого преобразования Фурье и производилась цифровая фильтрация получившихся спектров с использованием медианного фильтра с окном в 3 отчета.

Экспериментальное исследование было проведено с участием одного здорового испытуемого (мужчина 23 лет, правша). В ходе экспериментального исследования получено, что амплитуда вызванного потенциала P300 варьирует от 6,8 мкВ до 9,1 мкВ. Соотношение «сигнал-шум» в первой серии составил 1,5 и 2,1 для первой и второй фазы, соответственно, а во второй серии – 2,1 и 1,9 для первой и второй фазы, соответственно.

Таким образом, показано, что при добавлении зрительной связи наблюдается незначительное увеличение соотношения «сигнал-шум», что подтверждает указанную гипотезу. Однако данные получены на основе анализа одного испытуемого и необходимо расширить экспериментальную выборку, а также произвести оценку вклада утомления в дальнейших исследованиях.

Список литературы

1. Гремицкий И.С., Кулешов Д.Ю., Попова В.А. Применение вибротактильной стимуляции пальцев кисти в интерфейсе мозг-компьютер для реабилитации постинсультных пациентов DOI: 10.18698/2541-8009-2021-11-746
2. Giabbiconi C.M., Dancer C., Zopf R., Gruber T., Muller M.M.: Selective spatial attention to left or right hand flutter sensation modulates the steadystate somatosensory evoked potential. // Cognitive Brain Research. 2004. № 1. pp. 58–66. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.01.004.
3. Yao L., Eng J., Zhang D., Zhang H., Zhu H. Combining motor images with selective sensations to create a hybrid modality BMI. // IEEE transactions on biomedical engineering. 2014, № 8, pp. 2304-2312. DOI: http://dx.doi.org/10.1109/TBME.2013.2287245.

УДК 616-7

АНАЛИЗ НЕЗАВИСИМЫХ КОМПОНЕНТОВ СЕНСОМОТОРНЫХ РИТМОВ ПРИ ПРЕДСТАВЛЕНИИ ДВИЖЕНИЙ ВЕРХНИХ И НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Саксонова С.С., студент;
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
saksonovass@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Дмитриев А.Н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Инсульт – острое нарушение мозгового кровообращения, приводящее к инвалидизации более 80 % пациентов [1] в связи с выраженными двигательными нарушениями. Используя современные реабилитационные методы возможно снизить неврологический дефицит, что позволит увеличить количество лиц, вернувшихся в трудовую деятельность.

Системы, позволяющие проводить аппаратную реабилитацию постинсультных пациентов, такие как «Armeo Power», «Amadeo» или «Lokomat Pro», чувствительны к степени сохранности нейромышечного аппарата пораженной конечности. Интерфейс мозг-компьютер (ИМК) позволяет решить указанный недостаток, более того системы, функционирующие на регистрации сенсомоторного ритма, уже используются в клинической практике [2] и потенциально позволяют восстанавливать комплексное движение верхних и нижних конечностей.

Сенсомоторный ритм (мю-ритм) – это ритм электроэнцефалографического (ЭЭГ) сигнала, регистрирующийся на скальпе в области проекции сенсомоторной коры, имеет амплитуду 30-50 мкВ и находится в частотном диапазоне от 8 до 13 Гц. При воображении или совершении движения контралатеральной конечности наблюдается уменьшение мю-ритма, при расслаблении – наоборот, его увеличение. Однако, из-за схожего частотного диапазона с альфа-ритмом, его выделение представляет определенную сложность. Одним из подходов к решению такой задачи является метод независимых компонент (ICA). Он основан на разделении многомерного сигнала на обособленные независимые компоненты. В связи с этим была поставлена следующая цель: применение метода ICA к ЭЭГ-сигналу для выделения сенсомоторного ритма при представлении и совершении движений верхних и нижних конечностей.

Запись ЭЭГ в частотном диапазоне от 0,5 до 100 Гц производилась с помощью электроэнцефалографа «Нейрон-Спектр-5» (ООО «Нейрософт», Иваново) с частотой дискретизации 1000 Гц на канал. Использовались каналы C1, C2, C3, C4, Cz, Fz, Fpz по системе «10-10», ипсилатеральные референтные электроды A1, A2.

В исследованиях принимали участие двое здоровых испытуемых мужского пола возрастом 21 и 20 лет левша и правша соответственно. Экспериментальное исследование состояло из двух экспериментальных серий, каждое из которых состояло из 16 функциональных проб. Подавались команды длительностью 11 с, каждая вторая являлась «отдыхом», а нечетная в

случайном порядке - совершение или воображение одного из движений: поднятие или опускание правой или левой стопы, отведение правой или левой кисти.

Была разработана программа, реализующая алгоритм FastICA, с использованием программного обеспечение Matlab R2023a. Для каждого временного интервала вычислялась средняя спектральная амплитуда W сигнала в полосе частот от 8 до 12 Гц. Для каждой пары “двигательная задача”-“отдых” вычислялись коэффициенты ERS (Event-Related Synchronization) и ERD (Event-Related Desynchronization) следующим образом [3]:

$$\mathrm{ERS\ (ERD)} = \frac{\mathrm{W_o} - \mathrm{W_з}}{\mathrm{W_o}} \cdot 100\ \%\,, \qquad (1)$$

где индекс “о” означает отдых, а “з”- двигательная задача.

Далее, подсчитывалось количество команд, для которых значение коэффициентов ERS и ERD, полученных из формулы (1), превышало 10%, что считалось успешным выделением сенсомоторного ритма. После чего рассчитывался процент успешных событий ко всем событиям.

При сравнении результатов выявлено, что после применения метода ICA процент успешных выделений мю-ритма в среднем был увеличен. Сенсомоторный ритм нижних конечностей при используемых каналах C1, C2, Cz, Fz, Fpz выделялся хуже (при воображении: без ICA – 31%, с ICA – 38%, при движении: без ICA – 37%, с ICA – 45%), чем верхних конечностей с использованием каналов C3, C4, Cz, Fz, Fpz (при воображении: без ICA – 34%, с ICA – 55%, при движении: без ICA – 39%, с ICA – 56%).

Таким образом, продемонстрирована эффективность применения разработанного алгоритма, реализующего FastICA, для выделения сенсомоторного ритма из регистрируемого ЭЭГ-сигнала на небольшой экспериментальной выборке.

Список литературы

1. Левин О.С., Боголепова А.Н. Постинсультные двигательные и когнитивные нарушения: клинические особенности и современные подходы к реабилитации. // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2020. В. 120. № 11. С. 99-107.
2. Рубакова А.А., Иванова Г.Е., Булатова М.А. Активация процессов сенсомоторной интеграции с помощью интерфейса «мозг-компьютер». // Вестник РГМУ. 2021. №33. С.29-35. DOI: 10.24075/vrgmu.2021.039
3. Fedosov N., Levadniy I., Dmitriev A., Nikolaev A. Independent Component Analysis for Different Movements Detection in BCI Application Based on Sensorimotor Rhythms // 2020 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology *(USBEREIT)* (Russia, Yekaterinburg, 2020). DOI:10.1109/USBEREIT48449.2020.9117785

УДК 617.57-77

СИСТЕМА ОПТОМИОГРАФИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОТЕЗОМ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Самсонова А.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
A.Samsonova@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Брико А.Н., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Ежегодно в Российской Федерации тысячи людей подвержены ампутации. Ампутация верхней конечности приводит к серьёзному снижению качества жизни пострадавших людей из-за их неспособности самостоятельно выполнять повседневные действия, а также потери возможности к самообслуживанию. Поэтому основной целью протезирования является

возвращение человека к прежнему образу жизни и трудовой деятельности, что особенно важно для молодого контингента лиц, подверженного ампутациям [1].

При классическом биоэлектрическом управлении протезами управляющим сигналом является электрическая активность соответствующих мышц. Однако использование сигналов поверхностной электромиографии (ЭМГ) для управления бионическими протезами имеет несколько недостатков, это - электрические помехи и шумы, существенно превосходящие ЭМГ-сигнал по амплитуде [2]. Поэтому в качестве альтернативы ЭМГ-датчику для точного измерения мышечной активности в данной работе рассмотрен оптоэлектронный мышечный датчик.

Методика, называемая оптомиографией (ОМГ), позволяет получать данные об изменении кривизны мышечных волокон с использованием фотоэлектрического датчика ближнего инфракрасного диапазона 650 – 1350 нм (БИК) [3]. На основе интенсивности отраженного света, регистрируемого фототранзистором, генерируется выходное напряжение. Таким образом, можно легко отслеживать изменения на поверхности кожи, связанные с мышечной активностью.

Основной целью данной работы является исследование методики получения, обработки и анализа сигналов ОМГ, а также определение зависимости между ОМГ сигналом и прикладываемым усилием, при выполнении определённых действий.

На первом этапе работы был проведен эксперимент с использованием исследовательского комплекса с целью получения сигналов с четырех каналов активных мышц. Исследование проводилось на добровольце с обхватом верхней трети предплечья 24 см без диагностированных патологий верхних конечностей. Составляющими исследовательского комплекса являлись: эластичная повязка для крепления датчика на предплечье, пульсоксиметрический датчик Nellcor Oximax, программное обеспечение «OEM-OXI» для регистрации сигнала и персональный компьютер.

В ходе эксперимента было выявлено, что использованное в работе расположение датчиков позволяет получить максимальное качество и информативность сигналов. Полученные в ходе работы результаты о влиянии каждой из четырех активных мышц на основные типы движений кисти также подтверждаются их анатомическим строением.

Вторым этапом работы являлось определение зависимости между амплитудой ОМГ сигнала и приложенным усилием. При выполнении схвата с фиксированной нагрузкой использовался механический динамометр с установленным на нем тензорезистором. Данное улучшение конструкции позволило записывать изменения сопротивления тензорезистора (уровень приложенной нагрузки) совместно с управляющим сигналом.

Максимальная нагрузка составляла 40 кг, и изменялась в диапазоне от 8 до 40 кг с шагом 8 кг. Всего было сделано 6 сетов, включая схват без усилия.

По результатам проведенного эксперимента была построена регрессионная прямая - зависимость между приложенным усилием и амплитудой ОМГ сигнала. Поскольку полученный график зависимости линейно возрастает и изменяется в широком диапазоне, можно сделать вывод о том, что сигнал ОМГ является достаточно информативным параметром для определения силы схвата.

Таким образом, на выходе датчика мы имеем линейный и надежный выходной сигнал, пропорциональный сокращению мышц и не содержащий электрических помех и шумов. Полученные результаты позволяют говорить об использовании сигнала оптомиографии в качестве альтернативы для управления протезом верхних конечностей.

Основным недостатком датчика на данном этапе работы является то, что он может выдавать информацию о сокращении только от одной мышцы. Однако набор таких датчиков, выполненных в виде ленты, позволит измерять мышечную активность в нескольких местах.

Список литературы

1. Горохова Н.М., Головин М.А., Чежин М.С. Методы управления протезами верхних конечностей // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. В. 19. № 2. С. 314-325.

2. Lauretti C. et al. Fusion of M-IMU and EMG signals for the control of trans-humeral prostheses // 2016 6th IEEE International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob). IEEE, 2016. pp. 1123-1128.
3. Smith A.M., Mancini M.C., Nie S. Second window for in vivo imaging // Nature nanotechnology. 2009. V. 4. № 11. pp. 710-711.

УДК 004.942+0.032.26, 612.8, 616-009

РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ЭЭГ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ РЕДУЦИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Спицына П.Г., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
spitsyna.polina@inbox.ru
Хуснутдинова Н.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
khusnutdinovanina@gmail.com
Научный руководитель: Дмитриев А.Н. ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
dmitalex@bmstu.ru

Обратная задача (ОЗ) электроэнцефалографии (ЭЭГ) заключается в определении параметров электрической активности головного мозга (ГМ), элементарными источниками которой являются токовые диполи, на основе зарегистрированных потенциалов с поверхности скальпа [1]. Решение ОЗ имеет большое значение для понимания нейрофизиологических процессов, в диагностике – определение очагов эпилептической активности, получение маркеров состояния пациента с рассеянным склерозом в динамике и позволяет увеличить эффективность интерфейсов мозг-компьютер. Для решения ОЗ разрабатывают адекватную математическую модель для решения прямой задачи. Рассмотрение ГМ и окружающих тканей как объемного проводника – один из широко применяемых подходов.

Применяют два подхода к решению обратной задачи: непараметрический и параметрический методы. Непараметрические методы используют множество, распределенных по всему объему головного мозга, диполей к таким методам относят LORETA, ST-MAP и др. Параметрический подход, например BESA, MUSIC и др [1], предполагает наличие небольшого числа диполей, местоположение и ориентация которых неизвестны.

В настоящее время активно развиваются методы машинного обучения с применением искусственных нейронных сетей (ИНС). Однако, результаты исследований являются противоречивыми, что может быть связано с различной сложностью структуры рассматриваемы авторами моделей. В связи с чем необходимо рассматривать модель однородной сферическая среды с одним диполем в программе Matlab R2021a. Поэтому была поставлена цель исследовать редуцированную модель ГМ для решения обратной задачи ЭЭГ и использованием ИНС.

Варьировалась глубина залегания диполя от 3 до 8,45 см с шагом 0,05 мм и распределение потенциала на поверхности от 10° до 160° с шагом 30°. Данная задача была решена символьным методом: описаны граничные условия, из которых в текстовый файл автоматически записывались уравнения, с помощью которых получали коэффициенты с помощью функции «solve» в Matlab R2021a для вычисления потенциала с поверхности. В разработанном алгоритме предусмотрено варьирование слоев и число членов ряда разложения. В задаче использовалось 40 членов ряда.

Для решения прямой задачи в программной оболочке Comsol Multiphysics 6.1 была создана сферическая однослойная модель головного мозга радиусом r = 10 см. Координаты электрического диполя были заданы по трем параметрам: по углу элевации θ от 10° до 160° с

шагом 30°, углу азимута ψ от 10° до 310° с шагом 60° и радиусу ρ от 3 см до 8,5 см с шагом 0,5 мм. Полученные данные были использованы при решении ОЗ ЭЭГ.

Для решения ОЗ ЭЭГ применялись ИНС в среде Matlab [2]. При обучении ИНС методом Левенберга – Марквардта входной массив содержал значения потенциалов, полученных при решении прямой задачи ЭЭГ, а выходной массив – координаты диполя, в качестве структуры ИНС был выбран многослойный персептрон с 2-мя скрытыми слоями и числом нейронов 60 и 30 в первом и во втором слое, соответственно. Для оценки эффективности сети была рассмотрена корреляция между выходными данными сети и данными тестовой выборки.

При анализе результатов работы нейронных сетей был оценен вклад активационных функций «tansig» и «logsig» [3]. Значение коэффициента корреляции R было выше при использовании функции «tansig». Наилучший результат при значении коэффициента корреляции R равном 1 достигнут в случае, когда расстояние между соседними координатами диполя было 0,5 мм для обучающей выборки. Погрешность при делении на группы «Обучение» и «Тестирование» по слоям не превышала значения 4,4 см и 0,7 мм для данных, полученных в программе Comsol Multiphysics с 216 элементами обучающей выборки и Matlab с 550-ю элементами выборки соответственно.

Таким образом показана возможность решения ОЗ ЭЭГ при наличии одного источника в редуцированной модели ГМ, с точностью не менее 0,7 мм. В дальнейшем планируется последовательная детализация модели.

Список литературы

1. Grech, R., Cassar, T., Muscat, J. et al. Review on solving the inverse problem in EEG source analysis. J NeuroEngineering Rehabil. 2008. № 5. I. 25. DOI: https://doi.org/10.1186/1743-0003-5-25.
2. Дьяконов В., Круглов В. Математические пакеты расширения MATLAB: специальный справочник. СПб.: Питер, 2001. 480 с.
3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. / пер. с англ. Н.Н. Куссуль, А.Ю. Шелестова. М.: Издательский дом Вильямс, 2006. 1104 с.

УДК 616-77

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОДНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ВЫСОКОПЛОТНОЙ ЭЛЕКТРОМИОГРАММЫ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Устинова А.Ю., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
ustinovaayu@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Брико А.Н., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

По данным министерства труда РФ на 2023 около 1,5 миллиона человек нуждаются в технических средствах реабилитации, в число которых входят и протезы. На данный момент существуют различные типы протезов, среди которых можно выделить, бионические, управление которыми осуществляется за счёт регистрации мышечной активности. Большинство из них обеспечивают одну пару движений – сгибание и разгибание. Такие устройства не способны воссоздавать жесты. Пользователь может зафиксировать пальцы искусственной руки только программно, например, с помощью подачи команды через приложение на смартфоне, что не всегда удобно.

Поверхностная высокоплотная электромиография (ПВЭМГ) – это неинвазивный метод измерения электрической активности мышц с помощью нескольких (более двух) близко расположенных электродов, закрепленных поверх ограниченного участка кожи. Использование сигнала ПВЭМГ может позволить расширить функциональные возможности искусственной конечности и придать ей большую естественность.

В качестве объекта исследования в рамках данной работы были выбраны пальцевые жесты. Для этого электродная матрица должна быть размещена на внутренней поверхности предплечья. Электроды расположена над длинной ладонной мышцей и частично над лучевым сгибателем запястья.

Электродная матрица представляет собой гибкую печатную плату. На полиимидной подложке располагаются электроды. Также в конструкции предусмотрен шлейф для подключения матрицы к устройству регистрации [1].

Основными параметрами при разработке электродной матрицы являются межэлектродное расстояние и диаметр электродов, т.к. они влияют на амплитуду регистрируемого сигнала и на уровень перекрестных помех.

На основании изученного материала было решено в рамках данной работы использовать электродную матрицу, состоящую из восьми электродов, со следующими параметрами:

- межэлектродное расстояние 10 мм;
- диаметр электрода 3 мм.

Выбранное количество электродов является минимальным для реализации именно высокоплотной ЭМГ, а также доступны с точки зрения финансовых затрат [2; 3].

Существуют две методики наложения электродов: метод сухого наложения и с использованием контактного геля. В рамках данной работы рассматривается метод сухого наложения.

На данном этапе разработан прототип электродной системы, состоящий из пластикового основания, напечатанного на 3D-принтере, и электродов, в роли которых выступают медные пого-пины. Они имеют подпружиненную конструкцию, что обеспечивает постоянный контакт поверхности электрода и кожи в процессе регистрации. Для фиксации на руке испытуемого предусмотрен эластичный жгут. Межэлектродное расстояние составляет 5 мм, диаметр одного контакта 1.5 мм. С помощью полученной конструкции удалось зарегистрировать сигнал ЭМГ. Полученные сигналы отражают активность различных участков мышц при выполнении различных движений, поэтому данная методика приемлема для использования в задачах классификации жестов.

Разработка протеза с системой распознавания жестов на основе полученных сигналов сделает технологии искусственных конечностей на шаг ближе к реализации естественного управления протезами рук, а значит, большему замещению утраченных функций естественных конечностей, что позволит улучшить качество жизни пациентов с верхней ампутацией.

Список литературы

1. Murphy B.B., Mulcahey P.J., Driscoll N., Richardson A.G., Robbins G.T., Apollo N.V., Maleski K., Lucas T.H., Gogotsi Y., Dillingham T., Vitale F. A Gel-Free Ti3C2Tx-Based Electrode Array for High-Density, High-Resolution Surface Electromyography // Advanced Materials Technologies. 2020. V. 5. № 8. pp. 2000325. DOI: 10.1002/admt.202000325.

2. Сафин Д.Р., Пильщиков И.С., Гусев В.Г., Ураксеев М.А. Оценка эффективности различных конструкций электродов и усилителей биосигналов в системах управления протезами // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2009. № 2. С. 88-101.

3. Topalović I., Graovac S., Popović D.B. EMG map image processing for recognition of fingers movement // Journal of Electromyography and Kinesiology. 2019. B. 49. C. 102364. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2019.102364.

УДК 615.847; 57.087

СИСТЕМА ДЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ТЕРАПИИ С КАНАЛОМ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Федотов М.О., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
maxbee002@gmail.com
Научный руководитель: Лужнов П.В., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Существуют два терапевтических метода погружения в состояние сна: введение в организм человека лекарственных средств и электросонтерапия. Второй метод, в отличие от первого, не вызывает привыкания и не приводит к нарушению памяти и интеллекта [1].

В основе метода лежит воздействие на ЦНС пациента импульсным током прямоугольной формы постоянной полярности низкой частоты (1 - 180 Гц) и малой амплитуды (до 10 мА) со скважностью не менее двух. Ток подаётся между двумя электродами: от приложенных к обоим сосцевидным отросткам анодов к наложенным на закрытые веки глаз катодам.

Амплитуда сигнала воздействия подбирается в соответствии с болевым порогом пациента, в то время как подбор частоты носит субъективный характер. При этом длительность процедуры в стационаре часто ограничена, и медицинскому персоналу приходится будить пациента, что в некоторых случаях может плохо сказаться на его последующем самочувствии. Все имеющиеся аппараты не оценивают эффективность воздействия. Для решения этих проблем необходимо введение системы обратной связи, способной, оценивая эффективность воздействия, определять текущее состояние сна и его динамику во времени, и, при необходимости, менять параметры сигнала воздействия. В рамках данной работы задача системы обратной связи сводится к определению текущей стадии сна пациента или же его бодрствования. Золотым стандартом решения данной задачи является полисомнография, сочетающая в себе запись электроэнцефалографии (ЭЭГ) как минимум в трёх отведениях (F4-A1, C4-A1 и O2-A1 по системе 10-20), по которой различаются стадии медленного сна, а также электроокулограмму (ЭОГ) и электромиограмму (ЭМГ), по которым различается стадия быстрого сна.

На основании имеющихся литературных данных количество отведений для ЭЭГ снижается до одного (Fp1-Fp2), что позволяет совместить электроды для ЭЭГ с электродами воздействия, отказавшись от отдельного шлема [2]. Использование ЭОГ затруднено из-за наличия электродной маски, закрывающей область вокруг глаз, а дополнительные электроды ЭМГ, традиционно размещаемые на подбородочных мышцах, уменьшают комфорт. Поэтому для выявления стадии быстрого сна используются более комфортные методы – пульсометрия и актиграфия на запястье пациента.

Разработан алгоритм, результатом работы которого является текущая фаза сна, определяемая каждые 14 секунд, в течение которых происходит ввод и сохранение в памяти значений сигналов ЭЭГ, пульсометрии и актиграфии. Затем происходит расчёт параметров, по значениям которых делается вывод о текущей стадии сна. Фазы медленного сна дифференцируются исходя из значений индексов ритмов ЭЭГ, представляющих собой отношение энергии данного ритма к энергии всего сигнала ЭЭГ, выраженное в процентах. После быстрого преобразования Фурье ЭЭГ-сигнала определяется его спектральная плотность мощности. Интегрированием этой функции в пределах частотных диапазонов различных ритмов рассчитываются их энергии этих ритмов. Энергия всего сигнала ЭЭГ считается аналогичным образом в частотном диапазоне от 0,5 до 30 Гц.

Состояние бодрствования фиксируется, если индекс альфа-ритма составляет не менее 50%. В противном случае, если индекс тета ритма составляет не менее 50% и в сигнале присутствует дельта ритм, диагностируется 3-я фаза стадии медленного сна. Если же при доминации тета ритма и отсутствии дельта ритма в сигнале присутствуют сонные веретёна, то выделяется 2-я фаза стадии медленного сна, при отсутствии сонных веретён выделяется 1-я фаза

стадии медленного сна. Если ни одно из предыдущих условий не выполнено, проверяется, доминирует ли дельта-ритм. Если да, то определяется 4-я фаза стадии медленного сна [3].

При переходе от 4-й фазы стадии медленного сна к стадии быстрого сна частота сердечных сокращений (ЧСС) повышается на 4% и становится примерно равной ЧСС в состоянии бодрствования. Отсутствие движения конечностями (запястья), выявленное с помощью актиграфии, в совокупности с повышением ЧСС позволяет чётко отделить стадию быстрого сна от состояния бодрствования, которому характерны движения частей тела.

Результаты работы позволят в будущем провести исследования эффективности воздействия электросном и подбора его параметров благодаря обратной связи.

Список литературы

1. Лукомский И.В. Общая физиотерапия: курс лекций. Витебск: Издательство ВГМУ, 2001. 98 с.
2. Shambroom J.R., Fábregas S.E., Johnstone J. Validation of an automated wireless system to monitor sleep in healthy adults // J. Sleep Res. 2012. V. 21. № 2. pp. 221–230.
3. Gerstenslager B., Slowik J.M. Sleep Study. St. Petersburg (US): StatPearls Publishing, 2024. URL: https://www.statpearls.com/point-of-care/27420 (Дата обращения 05.04.2024).

УДК 616-7, 004.5

АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ ВЫЗВАННОГО ПОТЕНЦИАЛА P300 ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ИНТЕРФЕЙСА МОЗГ-КОМПЬЮТЕР В РЕЖИМЕ ОНЛАЙН

Чехвалов Р.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
chrd20l185@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Дмитриев А.Н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Интерфейс мозг-компьютер (ИМК)– это система, с помощью которой осуществляется взаимодействие индивидуума с внешним устройством при помощи сигналов активности головного мозга. Сигнал обрабатывается, далее производится классификация, после чего происходит управление, и подача индивидууму сигнала обратной связи. В качестве внешнего устройства могут выступать: хелперы, системы для набора текста и реабилитации [1]. В работе рассмотрен ИМК на основе электроэнцефалограммы (ЭЭГ) с применением метода вызванного потенциала (ВП) P300.

Различают офлайн и онлайн режимы функционирования ИМК. В офлайн режиме обработка и классификация данных происходит после записи и сохранения сигнала. Задержка может составлять до нескольких минут. При онлайн обработке данных, классификация происходит непосредственно в процессе проведения процедуры, что позволяет уменьшить время классификации до десятков секунд. Минимизация задержки вывода команды является ключевым фактором для понижения утомляемости пользователя и его вовлечение в процесс восстановления. Поэтому цель работы – разработка онлайн алгоритма функционирования ИМК на основе P300 для дальнейшего сравнения данных в режиме офлайн.

Основные ритмы, из которых состоит сигнал ЭЭГ: альфа, бета, гамма, мю. ВП P300, имеет спектр, совпадающий с фоновой активностью ЭЭГ, являющейся шумом, от 0,5 до 40 Гц, что усложняет его выделение с помощью частотного анализа. Другой особенностью ВП P300 является малая амплитуда, поэтому для выделения ВП P300 применяют метод когерентного усреднения.

При усреднении амплитуда шумовой спонтанной ритмики уменьшается по формуле [2]:

$$\frac{U_{c.\text{уср}}}{U_{\text{ш.уср}}} = \frac{U_{c1}}{U_{\text{ш}1}}\sqrt{N} \quad (1)$$

Где $U_{\text{с.уср}}$ – амплитуда ВП, усреднённого по N эпохам анализа; $U_{\text{ш.уср}}$ – амплитуда шума, усреднённого по N эпохам анализа; U_{c1} – амплитуда ВП; амплитуда случайной шумовой составляющей сигнала, полученной из одной эпохи.

Оценивая по формуле (1), необходимое число усреднений, чтобы соотношение «сигнал-шум» равно 2, необходимо провести как минимум 25 усреднений, если амплитуда P300 10 мкВ, а амплитуда шума примерно 25 мкВ. Однако на практике достаточно примерно 10-15 усреднений.

Был разработан алгоритм, выделяющий ВП P300 в режиме онлайн. Для реализации режима онлайн применен протокол Lab Streaming Layer. Он поддерживается используемым энцефалографом «Нейрон-Спектр-5» (ООО «Нейрософт», г. Иваново), а также существует в виде библиотеки для ПО MatLab R2020b. Исследование проводилось с привлечением добровольца мужского пола возрастом 23 года, без неврологических нарушений. Испытуемому псевдослучайно подавались стимулы с частотой 1 Гц в виде зажигаемых светодиодов с номерами от «1» до «9», расположенных в виде матрицы 3x3. В качестве целевого был выбран стимул с номером «1». Частота дискретизации сигнала – 1000 Гц, эпоха анализа, соответственно, 1000 мс, использовался ЭЭГ-канал Pz. Выделение происходило после накопления 15 эпох анализа в ответ на каждый стимул. Далее оценивалась амплитуда усредненного потенциала в диапазоне 250-500 мс для каждого из стимулов. Стимул с наибольшей амплитудой выбирается целевым.

В результате выделился P300 в ответ на стимул под номером «1» спустя 185 с. Полученные данные показали, что ВП P300 в данном исследовании имел постоянную амплитуду, слабо зависящую от числа усреднений, более того уже после 10 усреднений соотношение сигнала к шуму равно 1,7, после 15 усреднений P300 отчетливо выделяется с соотношением сигнал-шум равным 2,1. Таким образом показана эффективность разработанного алгоритма для выделения вызванного потенциала P300 в режиме онлайн, для дальнейшего сравнения с офлайн данными.

Список литературы

1. Värbu K., Muhammad N., Muhammad Y. Past, present, and future of EEG-based BCI applications // Sensors. 2022. V. 22. № 9. C. 3331. DOI: https://doi.org/10.3390/s22093331.
2. Гнездицкий В.В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. Таганрог: Изд-во Таганрогского гос. радиотехнического университета, 1997. 252 с.

СЕКЦИЯ «МЕНЕДЖМЕНТ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО В СФЕРЕ ЖИВЫХ СИСТЕМ»

УДК 577

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МЕХАНИЗМОВ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИИ НДУЦИРОВАННЫХ ПЛЮРИПОТЕНТНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК КАРДИОМИОЦИТОВ

Кононова Д.В., студент
МФТИ, Физтех-школа биологической и медицинской физики
kononova.dv@phystech.edu
Робустова С.Д., студент
МФТИ, Физтех-школа биологической и медицинской физики
robustova@gmail.com
Научный руководитель: Цвелая В.А., к.б.н., заведующий лабораторией
МФТИ, Лаборатория экспериментальной и клеточной медицины
Научные консультанты: Агладзе К.И., д.б.н., зам. зав. лабораторией
МФТИ, Лаборатория экспериментальной и клеточной медицины,
Слотвицкий М.М., к.ф.-м.н., инженер
МФТИ, Лаборатория экспериментальной и клеточной медицины

По данным Всемирной Организации Здравоохранения сердечно-сосудистые заболевания являются основной причиной смертности во всё мире [1]. Только в 2021 году сердечно-сосудистые заболевания стали причиной смерти 20,5 миллиона человек, и эта цифра составила около трети всех смертей в мире. Для понимания патогенеза сердечно-сосудистых заболеваний, а также для разработки новых методов лечения необходимо создание реалистичных моделей заболеваний [2]. Компьютерное моделирование, требует практического подтверждения, а эксперименты на животных, ставят лишь при строгом обосновании необходимости его проведения. Поэтому большими перспективами в области как фундаментальной, так и трансляционной медицины обладает применение технологии использования индуцированных плюрипотентных стволовых клеток (ИПСК). Развивающаяся технология использования ИПСК кардиомиоцитов может значительно облегчить изучение наследственных и приобретенных сердечно-сосудистых заболеваний, инфекционных заболеваний, исследование развития сердечно-сосудистой системы, разработку лекарств, токсикологический скрининг и персонализированную клеточную терапию [2]. Но существует проблема клеточного фенотипирования и созревания кардиомиоцитов в процессе дифференцировки из ИПСК, поэтому необходимо изучать сам процесс дифференцировки для получения взрослого пациент-специфичного фенотипа in vitro.

Нашей группой было проведено исследование формирования проводящего слоя клеток, полученных из ИПСК дифференцировкой в кардиомиоциты по Gi-Wi протоколу [3]. В ходе работы было выявлено, что клетки, рассаженные до 20 дня дифференцировки, могут эффективно формировать функциональный синцитий. Клетки, рассаженные после 20 дня, не формируют функциональный слой. В связи с этим явлением была выдвинута гипотеза, предполагающая, что нарушается формирование щелевых контактов. Однако так как флуоресцентное окрашивание на белок Cx43 не выявило изменений до и после 20 дня, данное предположение было отвергнуто. Для того, чтобы выяснить, что вызывает изменение электрофизиологических показателей после 20 дня решено было провести анализ на уровне транскриптома.

Образцы трех разных дней дифференцировки (0, 17 и 25) были заморожены и отправлены в Казанский Федеральный Университет для анализа транскриптома. Там была выделена тотальная РНК, проведено обогащение библиотек по мРНК и секвенирование (Illumina NovaSeq). Мы получили парноконцевые чтения для каждого образца и для них провели анализ дифференциальной экспрессии (salmon, DESeq) для пар 0-17, 0-25 и 17-25 день. Сравнениями 0-

17 и 0-25 подтвердили, что образцы 17 и 25 дня являются кардиомиоцитами и получили списки дифференциально экспрессируемых генов. Из списков видно, что повышается экспрессия (от 17 к 25 дню) ряда белков сократительного аппарата (MYH7, TNNC1) и белков ЕМС (SPOCK2, MGP, ITLN1). Данная работа направлена на исследование формирования проводящего слоя клеток, что в перспективе может способствовать созданию платформы для изучения сердечно-сосудистых заболеваний человека и разработки новых методов их лечения.

Авторы выражают признательность сотрудникам КФУ к.б.н. Гусеву А.И. и к.б.н. Шагимардановой Е.И. за проведение экспериментов по секвенированию (Illumina NovaSeq).

Список литературы

1. Murray C.J.L. The Global Burden of Disease Study at 30 years // Nature Medicine. 2022. V. 28. № 10. pp. 2019–2026.
2. Morita Y. et al. Scalable manufacturing of clinical-grade differentiated cardiomyocytes derived from human-induced pluripotent stem cells for regenerative therapy // Cell Proliferation 2022. V. 55. № 8. P. e13248. DOI: 10.1111/cpr.13248.
3. Slotvitsky M.M. et al. Formation of an electrical coupling between differentiating cardiomyocytes // Scientific Reports 2020. V. 10. № 1. DOI: 10.1038/s41598-020-64581-5.

СЕКЦИЯ «ИССЛЕДОВАНИЯ, ИСПЫТАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ»

УДК 616.126

АДАПТИВНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ФОНОКАРДИОСИГНАЛОВ В ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОЙ СИСТЕМЕ

Алина А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
littlenastasia@gmail.com
Научный руководитель: Скворцов С.П., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Заболевания сердечно-сосудистой системы являются основной причиной смерти в большинстве стран мира (1-2 место). По данным Всемирной организации здравоохранения смертность от этих заболеваний в мире составляет 55%, а в России 47%.

Существует ряд методов диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. В последние годы развитие цифровых технологий и внедрение математических методов анализа данных значительно расширили возможности такого метода, как фонокардиография. В то же время такие преимущества, как неинвазивность, невозмущающий характер исследования, относительно дешевое оборудование и возможность продолжительного мониторинга создают предпосылки для ее использования.

К недостаткам относят влияние внешних шумов, которое может быть снижено при использовании алгоритмов адаптивной фильтрации фонокардиосигналов.

Фонокардиосигналы клапанов сердца представляют собой колебания с частотным диапазоном от 50 до 400 Гц, которые регистрируются микрофоном. Диагностическое значение имеют амплитуды тонов сердца и их частотные характеристики, которые, в частности, позволяют определять наличие стенозов и других патологий клапанов сердца [1].

Адаптивный фильтр — это фильтр с изменяемыми в процессе работы параметрами, набор которых во многом зависит от критерия работы адаптивного фильтра. Этим критерием часто является достижение минимума некоторой целевой функции, как правило, квадратичной функции ошибки между так называемым требуемым и выходным сигналами адаптивного фильтра. Достижение минимума целевой функции означает, что выходной сигнал адаптивного фильтра «близок» к требуемому сигналу, т.е. повторяет по форме этот сигнал [2].

Целью работы было определение метода и параметров для оптимальной адаптивной фильтрации фонокардиосигнала. Для этого использовалась 81 запись фонокардиосигналов с сайта Physio.net [3]. Расчеты проводились на основе трех различных алгоритмов: метода наименьших средних квадратов (МНК), нормированному методу наименьших квадратов (НМНК) и рекурсивному методу наименьших квадратов (РНК), которые применялись для адаптивной фильтрации нормального белого шума. В результате были определены оптимальные параметры для каждого из фильтров. Для МНК: порядок КИХ-фильтра M равный 2 и коэффициент стабильности μ равен 0,000000003, НМНК: порядок КИХ-фильтра M равный 4 и коэффициент стабильности μ равен 0,02, РНК: порядок КИХ-фильтра M равный 2 и коэффициент забывания λ равен 1. При этом медианное значение отношения сигнал/шум для каждого адаптивного фильтра было различным: МНК – 18,405 дБ, НМНК – 14,807 дБ, РНК – 29,662 дБ.

Определив необходимые параметры адаптивной фильтрации, мы использовали их для проверки работы алгоритма на реальных записях различных фонокардиосигналов, искаженных помехами. Были использованы записи голоса, а также различные бытовые шумы: ветер, дождь, собачий лай, шуршание одежды и другие. Полученные значения сигнал/шум для записей голоса составляли: МНК – 18,187 дБ, НМНК – 12,245 дБ, РНК – 39,744 дБ, для записей бытового шума:

МНК – 14,439 дБ, НМНК – 13,053 дБ, РНК – 35,044 дБ. По данным значениям видно, что РНК является универсальным методом фильтрации с высоким показателем отношения сигнал/шум.

Список литературы

1. Литвененко Л.М. Аускультация и фонокардиография при врожденных пороках сердца. К.: Здоров'я, 1966. 120 с.
2. Рангаян Р.М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход / пер. с англ., под ред. А.П. Немирко. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 440 с.
3. Liu C., Springer D., Li Q., Moody B., Juan R.A., Chorro F.J., Castells F., Roig J.M., Silva I., Johnson A.E., Syed Z., Schmidt S.E., Papadaniil C.D., Hadjileontiadis L., Naseri H., Moukadem A., Dieterlen A., Brandt C., Tang H., Samieinasab M., Samieinasab M.R., Sameni R., Mark R.G., Clifford G.D. An open access database for the evaluation of heart sound algorithms. // Physiol. Meas. 2016. V. 37 №12. pp. 2181-2213.

УДК 612.122.1; 615.471

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ МОНИТОРИНГА ГЛЮКОЗЫ

Анашкина А.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
aas19l256@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Момыналиев К.Т., д.б.н., доцент
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский и испытательный институт медицинской техники» Росздравнадзора

Диабет является серьезной проблемой в мировом здравоохранении, в 2019 году заболеваемость во всем мире составила 463 миллиона человек, или 9,3% взрослого населения. В сентябре 2022 года представители Минздрава заявляли, что в России диабетом страдает каждый 15-й россиянин – 10,5 млн человек. Ожидаемая продолжительность жизни при сахарном диабете снижается на 10-15%.

Для регулярного самоконтроля глюкозы больные сахарным диабетом используют глюкометры с тест-полосками, которые измеряют концентрацию глюкозы в капле крови. В основе этого метода лежит измерение, основанное на электрохимии. Повторяющиеся проколы пальца вызывают у пациентов беспокойство и боль, а также не исключена вероятность инфицирования в месте прокола. Поэтому существует необходимость в методах минимально инвазивного или неинвазивного безболезненного выявления нарушений уровня глюкозы.

В настоящее время активно используется малоинвазивный метод непрерывного мониторинга сахара. Тонкая игла датчика вводится в подкожно-жировую клетчатку пациента и измеряет концентрацию глюкозы в интерстициальной жидкости, которая коррелирует с концентрацией глюкозы в крови. Недостатками такой системы является задержка во времени от 5 до 15 минут, а также необходимость калибровки и регулярной замены (каждые 10-14 дней) датчика. Перспективными направлениями совершенствования таких датчиков является повышение точности результатов, оптимизация частоты калибровки, повышение удобства ношения датчика уровня глюкозы на теле пациента и оптимизация срока службы датчика.

По результатам проведенного исследования научной литературы неинвазивные методы определения уровня глюкозы можно классифицировать в соответствии с их технологиями. В основном они относятся к категории зондирующих волн, трансдермальных и ферментативных [1]. Электромагнитное зондирование всесторонне определяет всю работу, связанную с неионизирующим электромагнитным излучением, которое включает в себя среднюю инфракрасную, ближнюю инфракрасную, микроволновую, термоэмиссионную, фотоакустическую, комбинационную и окклюзионную спектроскопию. Оптическая поляриметрия и оптическая когерентная томография также относятся к этой категории. Импедансная спектроскопия и электромагнитное зондирование являются примерами

трансдермальных технологий, поскольку они предполагают размещение датчиков на эпидермальном слое кожной ткани человека. Ферментативная технология включает в себя неинвазивные биологические жидкости, такие как слюна и слезы, для измерения уровня глюкозы.

Исследование выявило положительную тенденцию в патентовании датчиков для минимально инвазивного и неинвазивного мониторинга уровня глюкозы [2]. Следует отметить, что большинство запатентованных неинвазивных датчиков для непрерывного мониторинга уровня глюкозы находятся на стадии исследования и пока не представлены на рынке.

Таким образом, на сегодняшний день непрерывный мониторинг глюкозы в интерстициальной жидкости является альтернативой инвазивного метода измерения среди технологий, представленных на рынке. Однако данные устройства имеют недостатки, которые требуют дальнейшей доработки.

Список литературы

1. Hina A., Saadeh W. Noninvasive Blood Glucose Monitoring Systems Using Near-Infrared Technology — A Review // Sensors. 2022. V. 22. № 13. DOI: 10.3390/s22134855.
2. Litvinova O., Eitenberger M., Bilir A., Yeung A.W.K., Parvanov E.D., MohanaSundaram A., Horbanczuk J.O., Atanasov A.G. Willschke H. Patent analysis of digital sensors for continuous glucose monitoring // Frontiers in Public Health. 2023. V. 11. DOI: 10.3389/fpubh.2023.1205903.

УДК 616.12-073.97-71

МОБИЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ МЕРЦАТЕЛЬНОЙ АРИТМИИ

Горлов Ю.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
gorlov.yurij2014@yandex.ru
Научный руководитель: Аполлонова И.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения сердечно-сосудистые заболевания являются главной причиной смертности в мире. Ежегодно от них умирает 17,9 миллионов человек, что составляет 31% всех смертей в мире [1].

Так, например, в России по данным Министерства здравоохранения РФ и по расчетам Федеральной службы государственной статистики РФ за 2019 год болезни системы кровообращения стали причиной смерти 841,9 тысячи человек, что составило 58% смертей.

Сердечно-сосудистые заболевания представляют собой группу болезней сердца и кровеносных сосудов, в которую входят: ишемическая болезнь сердца, болезнь сосудов головного мозга, болезнь периферических артерий, ревмокардит, врожденный порок сердца, тромбоз глубоких вен и эмболия легких.

Инфаркты и инсульты обычно являются острыми заболеваниями и происходят, главным образом, в результате закупоривания сосудов, которое препятствует току крови к сердцу или мозгу. По данным ВОЗ 80% всех смертей, обусловленных сердечно-сосудистыми заболеваниями, происходят в результате сердечного приступа или инсульта.

Мобильный электрокардиограф, выполняющий ЭКГ пациенту один раз в день (например, при постановке ног на весы, будет измеряться одноканальное ЭКГ) значительно повышает вероятность установить факт отклонения от нормального ритма и, кроме того, освобождает пациента от необходимости прохождения мониторинга в больнице, и позволяет не отвлекаться от своей обычной жизни. Последнее, в свою очередь, даёт возможность оценить влияние тех или иных событий (физическая активность, стресс и т.д.) на работу сердца пациента.

Для того чтобы определить мерцательную аритмию существуют методы временной области - R-R интервалы, характеристики вариабельности сердечного ритма, такие как средняя частота сердечных сокращений, средние интервалы R-R, стандартное отклонение интервалов и т.д. Методы частотной области - БПФ ЭКГ, частотные характеристики в различных диапазонах. Частотно-временной анализ - спектрограмма [2]. Линейный и нелинейный анализ - методы, основанные на регрессии, байесовские методы принятия решений, анализ нестационарных данных. Методы машинного обучения - обучение классификатора на основе обучающих признаков [3].

В эксперименте применяется метод ЭМД (эмпирическая модовая декомпозиция) с использованием собственных модовых функций или IMF.

Эмпирическая модовая декомпозиция (EMD) — это метод анализа сигналов, который используется для декомпозиции сложных нестационарных сигналов на более простые составляющие. EMD была успешно применена в области медицины для анализа ЭКГ (электрокардиограммы) и определения мерцательной аритмии.

EMD позволяет более точно анализировать ЭКГ-сигналы и обнаруживать мерцательную аритмию даже в случаях, когда она сложно обнаруживается другими методами. Этот метод может быть особенно полезен в диагностике сердечных заболеваний и в оценке эффективности лечения. С помощью этого метода любой сложный набор данных может быть разложен на конечное и часто небольшое число собственных модовых функций, которые допускают хорошо управляемые преобразования Гильберта.

По полученным данным эксперимента выявлено, что уровень специфичности ЭМД превышает показатели других алгоритмов, при этом сохраняется высокий уровень чувствительности.

Список литературы

1. Cardiovascular disease. URL: https://www.who.int/cardiovascular_diseases/en/ (Дата обращения 01.05.2024).
2. Stridh M. et al. Characterization of atrial fibrillation using the surface ECG: time- dependent spectral properties. // IEEE transactions on Biomedical Engineering. 2001. № 48 (1). pp. 19-27. DOI: 10.1109/10.900245.
3. Ladavich S., Ghoraani B. Rate-independent detection of atrial fibrillation by statistical modeling of atrial activity. // Biomedical Signal Processing and Control. 2015. № 18 (6). pp. 274-281. DOI: 10.1016/j.bspc.2015.01.007.

УДК 617.75

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОВЕРКИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОНТАКТНЫХ ЛИНЗ

Проклов А.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
proklov_2001@mail.ru
Научный руководитель: Аполлонова И.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

По данным ВОЗ, всего в мире как минимум 2,2 миллиарда человек испытывают проблемы со зрением или страдают от слепоты. При этом более 1 миллиарда из этих случаев является следствием отсутствия профилактики или должного лечения.

Эффективными методами коррекции зрения являются: ношение очков, лазерная коррекция зрения и контактные линзы. Ношение контактных линз является компромиссом между операцией по коррекции зрения и не всегда удобным ношением очков.

Так как контактная линза являет собой рассчитанное и выверенное оптически устройство, то проверка его геометрических параметров на соответствие технической документации и установленных стандартов необходима в любом специализированном учреждении или лаборатории.

Унификация и возможность проведения проверки геометрических параметров является актуальной задачей, необходимой в области медицины и сертификации медицинских изделий, так как контактные линзы являются неотъемлемой частью жизни значительной части людей с проблемами зрительной системы.

К недостаткам существующих методов проверки геометрических параметров контактных линз относят их недоступность для большинства лабораторий ввиду дороговизны испытательного оборудования.

Современные контактные линзы представляют собой оптическую систему с преломляющими поверхностями сложной формы близкой к сферической, одна из которых непосредственно контактирует с глазом. Между задней поверхностью линзы и передней поверхностью роговицы имеется слой слезной жидкости, коэффициент преломления которой приблизительно такой же, как роговицы и материала, из которого изготовлена линза. Жидкость заполняет воздушный промежуток между глазом и линзой. Действие первой поверхности корригирует все неровности глаза [1].

Диоптриметр – это прибор для измерения преломляющей силы оптического (очкового) стекла, выражаемой в диоптриях (D), а также для определения положения главных меридианов астигматического очкового стекла. Состоит из коллиматора, зрительной трубы, отсчётного микроскопа, механизма для фиксации измеряемой линзы, механизма для измерения диаметра, центровки и маркировки линз. Д. позволяет определять силу оптических стёкол с точностью ±0,12 D [2].

Целью работы было определение метода проверки геометрических параметров контактных линз с помощью диоптриметра путем дальнейших преобразований полученных данных. Был проведен эксперимент, в процессе которого была выявлена проблема установки контактной линзы в оптической оси диоптриметра и дальнейших манипуляций с ней.

Определив проблему позиционирования контактной линзы в оптической оси диоптриметра, была разработана насадка на ответную часть диоптриметра. С помощью данной насадки планируется минимизировать трение контактной линзы о диоптриметр, уменьшить ошибку оператора и увеличить время возможных манипуляций с линзой путем постоянного увлажнения гидрогелевого материала.

Список литературы

1. Хацевич Т.Н. Медицинские оптические приборы. Ч. II. Очковая оптика: учеб. пособие. Новосибирск: СГГА, 2002. 241 с.
2. Мягков А.В. Руководство по медицинской оптике. Ч. 1. Основы оптометрии. М.: НОЧУ ДПО «Акад. мед. оптики и оптометрии», 2016. 205 с.

УДК 617.57-77

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОТЕЗОМ ПРЕДПЛЕЧЬЯ НА ОСНОВЕ СОНОМИОГРАФИИ

Романова Е.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
romanovls@ya.ru
Научный руководитель: Аполлонова И.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Неинвазивный мониторинг мышц имеет большой потенциал в системах управления роботизированными устройствами. Работа мышц тесно связана с их структурой. В современной

медицине ультразвук широко используется для визуализации скелетных мышц в различных условиях, поскольку этот метод неинвазивен, работает в режиме реального времени, прост в использовании и менее дорог по сравнению с другими методами визуализации мышц. [1] Исследование посвящено проверке возможности применения ультразвука для анализа изменений анатомических структур предплечья и потенциального использования ультразвуковых систем в управлении протезами. Но существуют различные режимы ультразвука.

В-режим предпочтителен при изучении морфологии тканей, поскольку он позволяет визуализировать функциональные мышцы и сухожилия в двух измерениях. В отличие от рентгена, КТ или МРТ, он не подвергает пациента облучению и работает в режиме реального времени.

В М-режиме используется узкий луч для получения одномерного изображения анатомических структур во времени. Его можно использовать одновременно с В-режимом, чтобы оператор мог точно настроить положение луча М-режима. Хотя и В-, и М-режимы используются для ручного измерения толщины мышц, они оба требуют от специалиста определения местоположения границ между анатомическими структурами, что делает измерение субъективным и трудоемким. [2]

В отличие от М-режима, А-режим не обеспечивает динамику данных во времени. Он позволяет получить информацию об анатомических структурах, расположенных вдоль хода луча ультразвуковой волны во время единовременного прохождения луча. При этой методике амплитуды эхо-сигналов, возвращающихся от границ тканей, воспринимаются как серия пиков отражения вдоль вертикальной оси. [3] Это позволяет рассчитать расстояние между различными анатомическими структурами, что делает только А-режим ультразвука пригодным для автономного управления протезами. Однако большинство оборудования, используемого в настоящее время для получения ультразвука в А-режиме, разработано для промышленного использования, но не для медицинских целей.

Для обнаружения действий кисти было проведено исследование с использованием ультразвукового устройства с линейным датчиком. Оператор говорил испытуемому, какие действия нужно выполнить, и контролировал ход эксперимента с помощью экрана прибора.

В данном исследовании испытуемый выполнял разгибание и схват. Расположение датчика именно над активируемыми мышцами обеспечило максимальную эффективность измерений и, как следствие, максимальную чувствительность системы.

Дорожка М-режима показывает, как ткани меняют свое положение во время выполнения действия. Во время выполнения действия ткани приближаются к датчику или удаляются от него. В то же время расстояние между границами тканей изменяется по сравнению с положением покоя. Эта разница в расстоянии может быть использована в системах управления протезами для обнаружения сокращения мышц. Задача заключалась в определении структурных границ ткани. Поэтому был воссоздан ультразвуковой А-режим. Для этого было получено изображение в М-режиме. Затем из него извлекался вертикальный столбец пикселей. Яркость пикселя определялась как среднее арифметическое красной, зеленой и синей компонент. Затем получали значения яркости, каждое из которых соответствовало номеру вертикального пикселя. Пик яркости на ультразвуковом изображении обозначал границу анатомической структуры предплечья.

Затем все изображение в М-режиме было обработано, и были получены графики толщины. После этого данные были переведены из пиксельных координат в миллиметры и секунды, и был получен график, показывающий динамику толщины мышц и кожно-жирового слоя во время разгибания и схвата.

Эксперимент показал, что активная мышца утолщается в процессе действия. Кожно-жировой слой только менял свое положение, сохраняя практически постоянную толщину. Это означает, что в поперечном сечении предплечья можно расположить несколько датчиков по кругу и установить закономерности изменения толщины мышц, сканируемых этими датчиками.

Таким образом, можно закодировать гораздо больше действий, чем с помощью современных популярных систем управления.

Традиционная визуализация в B-режиме может помочь настроить программу распознавания действий индивидуально для пользователя. В отличие от традиционных методов управления протезами, которые также требуют индивидуальной настройки, ультразвуковые системы на основе промышленных датчиков A- и M-режима меньше, эффективнее и удобнее в ношении. Основное преимущество ультразвука заключается в том, что он лучше подходит для обеспечения интуитивного управления, снимая нагрузку с пользователя при длительной эксплуатации во время выполнения естественных повседневных задач. Таким образом, данные об изменениях положения анатомических структур и размеров поперечного сечения мышц предплечья при мышечном сокращении, полученные с помощью сономиографии, могут быть внедрены в системы управления роботизированными устройствами.

Список литературы

1. Castellini C. State of the art and perspectives of ultrasound imaging as a human-machine interface // Neuro-Robotics: From Brain Machine Interfaces to Rehabilitation Robotics / ed. by P. Artemiadis. 2014. V. 2. DOI 10.1007/978-94-017-8932-5__2
2. Zhou Y., Zheng Y. P. Sonomyography: Dynamic and Functional Assessment of Muscle Using Ultrasound Imaging. Singapore: Springer, 2021. 137 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-16-7140-1.
3. Guo J.Y. et al. Performances of one-dimensional sonomyography and surface electromyography in tracking guided patterns of wrist extension // Ultrasound in medicine & biology. 2009. V. 35. № 6. pp. 894-902.

УДК 615.471

РАЗРАБОТКА БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РОБОТИЗИРОВАННОЙ КАТЕТЕРИЗАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ

Скалеух Е.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
lizackaleux@gmail.com
Научный руководитель: Борде А.С., к.т.н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

В ходе оперативного вмешательства по восстановлению кровотока при атеросклерозе чаще всего устанавливают стент в просвет артерии, представляющий собой цилиндрический каркас в виде металлической или полимерной упругой сетчатой конструкции. Стент доставляется до места поражения на дистальном конце катетера в сложенном состоянии, затем раскрывается при помощи пластической деформации, оказываемой баллоном, который расширяется благодаря нагнетаемому давлению. Таким образом, стент расширяет просвет сосуда и способствует нормализации кровотока [1].

В традиционных операциях по восстановлению кровотока существуют такие проблемы, как ионизирующее воздействие на хирурга во время операции, появление ортопедических осложнений врача, вследствие пребывания длительного времени в тяжелых защитных костюмах, а также возникновение большой вероятности влияния человеческого фактора на ход операции.

Роботизация операции стентирования артерий приводит к более быстрой и точной катетеризации, в сравнении с ручными способами, к снижению времени восстановления пациента, вероятности хирургических травм артерий и ортопедических осложнений хирурга, а также к уменьшению полученной дозы ионизирующего излучения от контрастного вещества до 95,2% [2] вследствие контроля катетеризации хирургом-оператором из удаленного от излучения помещения [3].

Для предотвращения хирургической травмы, кровоизлияния и перфорации артерий, в роботизированных системах предусмотрена обратная связь по силе воздействия кончика катетера на стенку сосуда. Целью данной работы является исследование точности обратной связи по силе при катетеризации магистральных артерий. Эксперимент был проведен на разработанном в лаборатории «Ультразвуковых технологий и биомеханики» блоке вращения и обратной связи по силе роботизированного катетера.

В разработанной конструкции катетер удерживается во вращающемся штуцере при помощи завинчивающего вала, прижимающего сальник в виде тора с одной стороны к внутренней конусоидальной поверхности штуцера, а с другой – к поверхности катетера. Таким образом, ось катетера стабильно сохраняет положение, его поверхность не проскальзывает во время вращательных и продольных перемещений, а диаметр используемого катетера может варьироваться в диапазоне от 3 Fr до 9 Fr.

Для осуществления обратной связи по силе применяются многоступенчатый штуцер, которому передается вращательный момент с помощью подшипников, установленных в опоре, и высокочувствительный тензодатчик балочного типа, данные с которого считываются при помощи АЦП HX711 и микроконтроллера Arduino Nano Atmega328P. При соприкосновении со стенкой артерии катетер смещает штуцер с подшипниками, установленными в скользящие фторопластовые втулки в направлении, противоположном направлению движения. Штуцер самой широкой ступенью оказывает давление на датчик силы. Для постоянного контакта ступени штуцера и тензодатчика, установлена прижимающая пружина.

Для исследования точности определения обратной связи измерения силы проводились с закрепленным в штуцере стержне и при помощи крепко закрепленного в горизонтальном положении тензодатчика испытательной машины Instron 3365 с диапазоном измеряемых сил измеряющего от 0 кН до 5 кН. Дистальный конец стержня, двигающегося со скоростью 0.5 мм/с в горизонтальном направлении, оказывал силовое воздействие на тензодатчик испытательной машины Instron, на котором происходила регистрация референсной силы. Одновременно с этим тензодатчик испытательной машины Instron выполнял роль препятствия при продольном перемещении стержня, что позволило зарегистрировать измеряемую силу обратной связи на тензодатчике, закрепленном в опоре разработанной системы. Были проведены измерения до предельно возможной нагрузки на тензодатчик в 5 Н. Для снятия массива данных измеряемой и референсной сил разработанный блок обратной связи по силе перемещали в сторону воздействия нагрузки и обратно в сторону разгрузки, постепенно увеличивая расстояние перемещения прямого и обратного движений с шагом в 0.2 мм для каждой последующей серии измерений.

Грубая калибровка и калибровка нуля тензодатчика осуществлялась в среде разработки Arduino. Значения калибровочных коэффициентов были подобраны таким образом, чтобы без нагрузки на тензодатчик, значение силы давления на него было равно нулю. После снятия серий измерений силы на тензодатчике роботизированного катетера и тензодатчике испытательной машины Instron, массив данных был загружен в ПО Matlab для дальнейшей обработки и более точной калибровки.

По средним значениям пиковых сил в установившемся режиме была построена калибровочная кривая – функция, являющаяся результатом аппроксимации полиномом третьего порядка. При помощи калибровочной кривой была произведена точная калибровка с максимальной относительной погрешностью полученных результатов силы, равной 4.36%.

Таким образом, была разработана достаточно точная система обратной связи по силе. Роботизированные катетеры, оснащенные системой обратной связи, окажут положительное влияние на уменьшение времени проведения и на увеличение точности при проведении катетеризации.

Список литературы

1. Duerig T.W., Wholey M.A. comparison of balloon- and self-expanding stents // Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies. 2002. V. 11. № 4. pp. 173–178.

2. Weisz G., Metzger D., Caputo R., Delgado J., Marshall J., Vetrovec G., Reisman M., Waksman R., Granada J., Novack V., Moses J., Carrozza J. Safety and feasibility of robotic percutaneous coronary intervention // Journal of American Heart Association. 2013. V. 61. № 15. pp. 1596-1600.
3. Bonatti J., Vetrovec G., Riga C., Wazni O., Stadler P. Robotic technology in cardiovascular medicine // Nature Reviews Cardiology. 2014. V. 11. № 5. pp. 266–275.

РАЗДЕЛ «ИНЖЕНЕРНЫЙ БИЗНЕС И МЕНЕДЖМЕНТ»

УДК 504:629.7

МЕТОДЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В КОСМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Авчиянц А.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
avchiyantsas@student.bmstu.ru
Ямшанов А.А., ученик
МБШ «ВИТА»
toni1502@mail.ru
Научный руководитель: Скворцова Д.А., к.т.н, доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

При столкновении спутника с мусором часто образуется новый мусор (так называемый синдром Кесслера), что приводит к неконтролируемому росту засорённости космоса.

Синдром (эффект) Кесслера — теоретическое развитие событий на околоземной орбите, когда космический мусор, появившийся в результате многочисленных запусков искусственных спутников, приводит к полной непригодности ближнего космоса для практического использования [1].

По моделям NASA, на низкой околоземной орбите (высота 200—2000 км) уже с 2007 года было достаточно крупного мусора и спутников для начала этого синдрома [2]. Согласно расчетам, в среднем каждые пять лет будут происходить крупные столкновения, даже при условии полного прекращения космических запусков, а количество мусора будет расти.

Эффективных практических мер по уничтожению космического мусора на орбитах более 600 км (где не сказывается очищающий эффект от торможения об атмосферу) на настоящем уровне технического развития человечества пока не разработано. Вместе с тем стремительно растёт актуальность задачи обеспечения безопасности космических полетов в условиях техногенного загрязнения околоземного космического пространства (ОКП) и снижения опасности для объектов на Земле при неконтролируемом вхождении космических объектов в плотные слои атмосферы и их падении на Землю [1].

Существует несколько методов предотвращения загрязнения в космическом пространстве. В первую группу входят пассивные методы. Эта группа методов предполагает использование естественной среды — того, что есть вокруг нас, — без искусственных воздействий. В группу пассивных методов входит: использование сопротивления атмосферы, использование электродинамических тросов и метод использующий солнечный ветер.

К пассивным методам увода относятся: солнечный парус собирает энергию солнца, чтобы затормозить объект; метод сопротивления атмосферы основан на том же эффекте паруса, но в атмосфере Земли; у метода электродинамических тросов нет ограничения по высоте орбите.

Во вторую группу входят активные методы. Эти методы предполагают прямое и активное воздействие на объекты космического мусора. Активные методы подразделяются на бесконтактные и контактные. Они предполагают прямое и активное воздействие на объекты космического мусора. В бесконтактные методы включаются: лазеры, ионное воздействие и физические поля. Контактные методы предполагают непосредственный контакт с мусором. Чтобы захватить мусор и сопроводить его, используется специальный космический аппарат [3].

Примерами активного метода являются: лазерная установка - нагревая поверхность мусорного объекта, происходит испарения вещества. Ионный поток - используя ионные двигатели может одновременно «дуть» на мусорный объект, смещая его с орбиты, и поддерживать собственную орбиту уборщика [2]. Гравитационный уборщик - создает большую массивную станцию, которая за счет массы от 100 тонн будет в своей сфере Хилла, как магнит, собирать на околоземных орбитах космический мусор. Метод с жесткой и гибкой связью -

предполагает непосредственный контакт с мусором, чтобы захватить мусор и сопроводить его либо до орбиты захоронения, либо до атмосферы, используется специальный космический аппарат.

Таким образом, космическая экология является актуальной и важной темой, требующей дальнейших исследований и усилий со стороны международного сообщества. Исследования демонстрирует важность и необходимость объединения усилий для решения проблем космической экологии и обеспечения безопасного и устойчивого развития космической деятельности.

Список литературы

1. Вениаминов С.С., Червонов А.М. Космический мусор — угроза человечеству. М.: ИКИ РАН. 2012. 190 с.
2. Aslanov V.S., Ledkov A.S. Attitude motion of cylindrical space debris during its removal by ion beam // Mathematical Problems in Engineering. 2017. V. 2017. DOI: doi:10.1155/2017/1986374.
3. Ледков А.С. Динамика и управление цилиндрическим космическим мусором при бесконтактной транспортировке ионным потоком // Труды МАИ. 2023. № 131. DOI: 10.34759/trd-2023-131-04.

УДК 519.86

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ И ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ НА ВЫБОР ТИПА ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ

Акперова О.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
akperovao@gmail.com
Научный руководитель: Волкова М.В., к.э.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Организационная структура представляет собой форму разделения и кооперации функциональных обязанностей персонала, необходимых для достижения поставленных целей и решения задач. Именно от правильности ее построения во многом зависят результативность и эффективность деятельности предприятия.

С древних времен по наши организационные структуры эволюционирования в связи с изменениями во внешней среде, увеличением размера предприятия и расширением номенклатуры выпускаемой продукции, а также под действием технологического прогресса. Однако, несмотря на большое разнообразие форм управления универсальной структуры не существует, в связи с чем возникает необходимость изучения факторов влияния на выбор предприятием той или иной организационной структуры.

Изучив работы экспертов в сфере мене6джмента Ричарда Дафта и Генри Минцберга, было выявлено, что основными факторами, влияющими на выбор организационной структуры, являются: размер компании и стадия жизненного цикла, тип производства, разнообразие номенклатуры, степень динамичности и сложность среды, наличие крайней враждебности, форма управления [1,2].

Так, для небольших компаний наиболее предпочтительной будет линейная организационная структура, поскольку она наиболее проста построении и управлении. Также для данной структуры наиболее характерно единичное или серийное производство, поскольку увеличение программы выпуска предполагает усложнение процесса управления и, как следствие, формирование отделов, отвечающих за конкретный бизнес-процесс, что не предполагает линейная структура.

Для малых предприятий также может быть использована проектная структура управления, однако набор персонала под каждый новый проект может стать для них

дорогостоящим усложнением бизнес-процессов. Как уже отмечалось, такая структура предполагает сосредоточение усилий команды над одной идеей (задачей), соответственно, она также характерна в случае единичного или серийного производства, продукция или услуги при этом разнообразные. Поскольку матричная структура создана на основе проектной, она также может подойти для этих типов производства. Для остальных типов наиболее характерно массовое производство.

Кроме того, для небольших компаний, занимающейся ограниченными видами деятельностями или выпускающей один вид продукта (изделия), подходит функциональная структура. Если же предприятие имеет многономенклатурное производство, то наиболее подходящими будут дивизиональная или матричная организационная форма управления. Учитывая, что дивизионы могут быть созданы по региональному принципу, то компания может специализироваться и на однотипной продукции.

Линейная, функциональная и дивизиональная структуры классифицируются как бюрократические, что предполагает соблюдению строгих правил на всех уровнях управления и стандартизацию работы, что противоречит условиям динамичности, исключающей возможность детального прогнозирования. Так, для этих типов структур характерна относительно стабильная и простая внешняя среда, а также централизованное принятие решений. Для проектной, матричной и сетевой, напротив – сложная и динамичная внешняя среда.

Что касается стадии жизненного цикла, на стадии младенчества компания скорее всего будет склоняться к наименее простой структуре, несмотря на параметры внешней среды, следовательно, можно предположить, что в годы становления предпочтительнее будет линейная организационная структура. Генри Минцберг также отмечает, что простая структура хорошо подходит для кризисных ситуаций, когда необходимы быстрые согласованные реакции, чтобы ослабить бюрократизацию [1]. В процессе развития и расширения своей деятельности компании реорганизуют бизнес-процессы с учётом достижений научно-технического прогресса, внедряют инновации создается система непрерывного мониторинга и анализа внешней среды, поэтому наиболее подходящими являются органические структуры – проектная, матричная, сетевая. На стадии зрелости деятельность организации по большей части стандартизирована и регламентирована, вертикальные связи более развиты, чем горизонтальные, что характерно для функциональной и дивизиональной структур [3].

Стоит отметить, что выбор организационной структуры нельзя осуществить, оперируя лишь одним влияющим фактором, поскольку приведенная характеристика носит условный характер и нельзя исключать того факта, что, например, функциональная структура будет использоваться крупной компанией.

Список литературы

1. Минцберг Г. Структура в кулаке: создание эффективной организации / пер. с англ.; под ред. Ю.Н. Каптуревского. СПб.: Питер, 2004. 512 с.
2. Дафт Р.Л. Теория организации: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Менеджмент организации» / пер. с англ.; под ред. Э.М. Короткова; предисловие Э.М. Короткова. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. 736 с.
3. Иванов Н.А., Мезенцева О.А., Проказа А.П. Взаимосвязь этапов жизненного цикла организации и ее организационной структуры управления // Наука и бизнес: пути развития. 2021. В. 121. № 7. С. 91-97.

УДК 338.27

ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

Антипова А.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
antipovaas@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Скворцова Д.А., к.т.н, доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

На сегодняшний день большое внимание уделяется устойчивому развитию, которое отражает социальные, экономические и экологические аспекты [1]. Развитие предпринимательства, включая социальное, оказывает значительное влияние на все перечисленные сферы.

Термин «предприниматель» был введен Йозефом Шумпетером в 20 веке. Он называет предпринимателя «человеком действия», описывает его как новатора и катализатора социального и экономического прогресса [2]. Социальное предпринимательство возникло как подотрасль в области предпринимательства [3]. Предприниматели данной отрасли создают социальную и экономическую ценность, обеспечивая выгоду для всех, создавая рабочие места и доход для своего предприятия, одновременно реализуя свое видение и миссии. Также социальные предприниматели уделяют внимание экологическим проблемам и извлекают выгоду для клиентов, что в дальнейшем приведет к устойчивости предприятий и окружающей среды в целом.

Основные исследования в области социального предпринимательства посвящены:

- применяемым инновациям и технологиям;
- развитию проектов в области сельского хозяйства и урбанизации;
- социальным, экономическим и экологическим проектам;
- моделям финансирования и краудфандинга;
- развитию проектов поддержки женщин-предпринимателей;
- корпоративной социальной ответственности.

Инновации являются частью различных этапов социального предпринимательства. Основная задача включает в себя создание как нового продукта или услуги, так и спроса на них с учетом ресурсного обеспечения и оценки рынка. При реализации проектов предприниматели балансируют между социальными и экономическими целями при ограниченных ресурсах и нуждаются в правительственной поддержке на законодательном уровне в виде финансирования и субсидий.

Социальное предпринимательство с точки зрения сельского хозяйства и урбанизации позволяет внедрять новые подходы для развития инклюзивного направления, например, для улучшения условий жизни людей с ограниченными возможностями. Эти проекты направлены на развитие мобильности ресурсов (рабочей силы и капитала), что способствует устойчивому региональному развитию.

Популяризация экологически чистых идей/продуктов/технологий/инноваций рыночными и нерыночными путями осуществляется эко-предпринимателями. Они фокусируются на экологическом аспекте устойчивого развития, но процесс социального предпринимательства влечет за собой также интеграцию экономических интересов и социальной ценности.

Одним из важнейших факторов развития социальных проектов является поддержка женского предпринимательства, которое способно создавать ценность для общества благодаря своей социальной и экологической ответственности. К качествам женщин-предпринимателей относятся открытость в общении, креативность, трудолюбие, решительность. Чтобы обеспечить рост числа женщин-предпринимателей, необходимо внедрять специальные программы помощи и поддержки.

С точки зрения финансирования социальное предпринимательство ориентируется на формы, которые позволяют собирать деньги для решения общественных или культурных проблем, такие как краудфандинг. Процесс краудфандинга происходит онлайн и включает в себя выбор платформы с целью сбора средств для кампании, ориентированной на определенную цель. После этого социальный предприниматель активно работает на онлайн-платформе, чтобы побудить спонсоров финансировать свой проект. В свою очередь, предприятия могут выбирать виды вознаграждений для краудфандеров. Как только необходимая сумма средств получена, создатель проекта может использовать собранный капитал и распределять вознаграждения.

Социальное предпринимательство также рассматривается с точки зрения корпоративной социальной ответственности. Обычные формы бизнеса, стремясь достичь наивысшей прибыльности, часто используют методы, которые оказывают негативное влияние на устойчивое развитие. Чтобы уменьшить такие последствия решений и деятельности предприятий, корпоративная социальная ответственность побуждает их вносить вклад в общественное благосостояние.

Список литературы

1. Lourenço F. To challenge the world view or to flow with it? Teaching sustainable development in business schools // Business Ethics: A European Review. 2013. V. 22. № 3. pp. 292-307.
2. Rahdari A., Sepasi S., Moradi M. Achieving sustainability through Schumpeterian social entrepreneurship: The role of social enterprises // Journal of cleaner production. 2016. V. 137. pp. 347-360.
3. Certo S.T., Miller T. Social entrepreneurship: Key issues and concepts // Business horizons. 2008. V. 51. № 4. pp. 267-271.

УДК 658.5

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ РЕМОНТНОЙ СЛУЖБЫ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Баймурзина Г.К., аспирант
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
gulmirabay@mail.ru
Научный руководитель: Омельченко И.Н., д.т.н., д.э.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Термин «техническое обслуживание и ремонт» подразумевает совокупность технических и административных мероприятий, включая оперативно-диспетчерские по поддержанию или восстановлению работоспособности оборудования в процессе эксплуатации, в том числе его опробование, испытание/измерение, наладку/юстировку и регулирование, ремонт [1]. На каждом предприятии придерживаются своей установленной стратегии по обслуживанию и техническому сопровождению оборудования и методами управления в достижении целей технического обслуживания и ремонта.

Ключевые задачи ремонтно-сервисного обеспечения предприятия — это предупреждение преждевременного износа оборудования; поддержание его исправном и работоспособном состоянии путем управления системой рационального ухода, технического обслуживания и ремонта; наибольшее сокращение простоев оборудования в ремонте; минимизация затрат на ремонтно-сервисное сопровождение, надлежащий технический мониторинг и контроль. Как показывает практика, затраты на содержание и ремонт оборудования составляет в среднем от 10 % до 15 % от его стоимости и удельный вес в себестоимости машиностроительной продукции достигает 8-10 %. На машиностроительных предприятиях используются три основные формы организации выполнения ремонтных работ: централизованная, децентрализованная и смешанная [2].

При *централизованной форме* организации весь ремонт технического парка оборудования производятся общезаводскими службами ремонтного хозяйства, административно и функционально подчиненными отделу главного механика.

При *децентрализованной форме* базовая часть ремонтных мероприятий и технического обслуживания, изготовление запасных частей и сменных деталей выполняются на цеховых ремонтных подразделениях или цеховыми ремонтными бригадам, а отдел главного механика координирует функционально-техническое руководство ремонтным производством. Однако капитальный ремонт оборудования осуществляется силами ремонтно-механического цеха или специализированных предприятий, в том числе представителями от завода-изготовителя оборудования.

При *смешанной форме организации* присутствуют одновременно и централизованная и децентрализованная виды организации осуществления ремонтных дел: крупные цехи имеют свою ремонтную базу, а небольшие пользуются услугами общезаводских служб ремонтной службы.

Из вышеупомянутых методов формирования ремонтных служб имеются свои недостатки и преимущества. При децентрализованной и смешанной видах проведения восстановления оборудования присутствуют существенные барьеры: недостаточная оперативность и низкий уровень ответственности персонала отдельно взятого цеха, разбросанность по цеховым ремонтным секторам/подразделениям человеческих ресурсов и средств труда, низкий уровень технической оснащенности, дефицит производственных площадей и ненадлежащий контроль за качеством выполнения ремонтных операций.

Учитывая, что ключевыми целями в ремонтном процессе является оперативность исполнения ремонтно-технических работ, увеличения объема наладки оборудования собственными силами предприятия, более эффективного разграничения областей ответственности персонала производственных подразделений, единой централизованной политики, концентрации средств труда и профессионального ремонтного штата наиболее выгодным и перспективным является централизация внутри предприятия ремонтной службы.

При таком подходе централизация капитального ремонта способствует внедрению узлового метода ремонта оборудования, при котором создается фонд быстроизнашивающихся узлов, их заблаговременная подготовка, позволяет повысить и сконцентрировать производительность труда ремонтного персонала, улучшить качество ремонта, сократить время простоя оборудования в ремонте.

Следует учесть, что современный поточно-серийный характер и масштаб машиностроительного и станкостроительного производств требует бесперебойной работы оборудования, а также повышения надежности и долговечности выпускаемых деталей и узлов машин и оборудования, следовательно, представляется необходимость на централизованное управление ремонтной службы с созданием специализированных ремонтно-механических цехов. Данные цеха дают возможность сокращения ненужных подразделений, вовлечения инженерно-технических работников и компетентного рабочего персонала.

Длительное время основное внимание при решении вопросов индустриализации ремонтных работ отводилось созданию сети специализированных ремонтных заводов. Однако исследования [3], проведенные Экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков (ЭНИМС), показал, что экономически целесообразным является выполнение на специализированных заводах около 60 % капитальных ремонтов и изготовление 60-65 % запасных частей для металло-деревообрабатывающего оборудования. Малая мощность и специализированный характер ремонтных подразделений препятствует широкой механизации производственных процессов, в связи с чем уровень механизации ремонтных работ в 2,5-3,0 раза ниже [3], чем на основных работах.

Таким образом, при обобщении самого понятия централизации и ее значения в ремонтном процессе, выделяя централизацию как наиболее эффективно-производственный

метод организации ремонтных работ, в особенности в промышленно развитых узлах, на машиностроительных предприятиях полагаю также аргументировать следующими подходами:

- научно-инженерный подход в вопросах по проведению регулярной технической учебы, внедряя повсеместно на производственных участках закрепление наставничества,
- технико-производственное взаимодействие и коммуникация со всеми смежными структурами, такими как, технологический и метрологический сектор, так как игнорируя последовательность или несоответствующего соблюдения требованийметрологических и технологических норм может привести к некачественному ремонту/неквалифицированной работе операторов и ремонтников;
- стандартный подход к разработке всей ремонтной и иной документации для реализации ремонтной деятельности на предприятии (с закреплением персональной ответственности по видам и типу оборудования, сокращению несвойственных функций для ремонтных служб);
- риск-ориентированность, проявленная в виде постоянного ведения за внутренним движением оборудования/средств измерений/техники и всеми ресурсами в целях поддержания при эксплуатационном и ремонтных процессах (в том числе запасные элементы/детали и комплектующие для ремонта, смазочные материалы и жидкости /сырье, контрольные средства и измерений/оснастка, средства индивидуальной защиты;
- прогнозно-диагностический подход, который существенно дополнит ныне существующую систему планово-предупредительных работ (разработка технико-организационных и предупреждающих действий по выявлению и сокращению простоев/отказов оборудования).

Именно такой комплексный подход в рамках централизации ремонтной службы и с применением всех вышеперечисленных подходов в технико-организационном аспекте, является самым эффективным и способствует снижению уровня отказов и простоев оборудования и техники благодаря консолидации всего ремонтного персонала в единое и централизованное управление; оптимизации структуры ремонтной службы предприятия за счёт внутреннего перераспределения; увеличению объёмов и видов ремонтных работ собственной ремонтной службой, ранее выполняющихся с привлечением сторонних подрядных организаций (аутсорсинг).

Список литературы

1. ГОСТ Р 57329-2016/EN 13306:2010 Национальный стандарт РФ. «Системы технического обслуживания и ремонта. Термины и определения». Введен 01.06.2017. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200142894 (Дата обращения 01.05.2024)
2. Грачева К.А. Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент): учебник / К.А. Грачева, М.К. Захарова, Л.А. Одинцова и др.; под ред. Ю.В. Скворцова, Л.А. Некрасова. М.: Высш. шк., 2005. 470 с.
3. Ивуть Р.Б. Совершенствование организации работы ремонтной службы на БМЗ. Минск: БелНИИНТИ, 1990. 62 с.

УДК 004

РЕВОЛЮЦИОННОЕ ВЛИЯНИЕ НЕФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТОКЕНОВ (NFT) НА ЭКОНОМИКУ И ТВОРЧЕСТВО В МУЗЫКАЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Балов А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
alim.balov@gmail.com
Научный руководитель: Вашлаев А.Д., к.э.н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

С появлением технологии блокчейн и возникновением таких инноваций, как невзаимозаменяемые токены (NFT), музыкальная индустрия столкнулась с перспективой радикальных изменений в способах создания, распространения и монетизации музыкального контента. NFT предоставляют уникальные возможности для артистов контролировать свои права и взаимодействовать с аудиторией, открывая новые источники дохода и углубляя взаимосвязь между исполнителями и их поклонниками.

NFT, или невзаимозаменяемые токены, представляют собой цифровые активы, которые сертифицируют уникальность и владение цифровым объектом с помощью блокчейн технологии. В музыкальной индустрии эти токены могут быть использованы для представления всего: от треков и альбомов до билетов на мероприятия и эксклюзивных вип-встреч с артистами. Благодаря блокчейну, каждый NFT имеет подтвержденную историю владения и происхождения, что исключает возможность фальсификации и незаконного распространения [1].

Одним из ключевых преимуществ NFT является возможность артистов монетизировать свое творчество непосредственно, минуя традиционные музыкальные лейблы и дистрибьюторы. Продажа треков, альбомов или даже отдельных звуков в формате NFT позволяет музыкантам установить собственные цены и получать доход напрямую от своих фанатов. Эта модель не только увеличивает потенциальную прибыль артистов, но и предоставляет поклонникам чувство эксклюзивного владения частью музыкального произведения.

NFT открывают новые пути для взаимодействия артистов с их аудиторией. Владение NFT может давать поклонникам доступ к эксклюзивным материалам, персональным встречам с артистами, предварительным прослушиваниям новых треков и даже участию в творческом процессе. Это создает уникальную связь между исполнителями и их фанатами, превращая обычное потребление музыки в более глубокое и взаимное взаимодействие.

Применение NFT способствует не только изменению экономической модели музыкальной индустрии, но и стимулирует культурные инновации. Артисты, освобожденные от необходимости соответствовать коммерческим стандартам лейблов, получают творческую свободу для экспериментов и исследований новых музыкальных жанров и форм. Также, NFT позволяют музыкантам сохранять полный контроль над своими правами на произведения, что является значительным преимуществом в эпоху цифрового распространения [2].

Необходимо также учитывать юридические и этические аспекты использования NFT. Вопросы авторских прав, управления цифровыми активами и их передачи требуют дополнительного регулирования и возможно, создания новых законодательных рамок. Этические проблемы, связанные с воздействием на окружающую среду из-за энергоемкости блокчейн технологий, также нуждаются в обсуждении и возможных технологических решениях для снижения углеродного следа.

Несмотря на многочисленные преимущества, использование NFT несет в себе и определенные риски. Волатильность цен на криптовалюты может влиять на стоимость NFT, что делает инвестиции в них потенциально рискованными. Также, существует риск того, что рынок NFT может оказаться насыщенным, что приведет к снижению цен на музыкальные NFT и уменьшению доходов артистов.

NFT предоставляют музыкальной индустрии и ее участникам новые возможности для творчества, взаимодействия и монетизации. Эти токены могут радикально изменить способы,

которыми музыка создается, продается и воспринимается аудиторией. Несмотря на определенные вызовы, потенциал NFT для инноваций в музыкальной сфере делает их одним из наиболее обсуждаемых и перспективных направлений в современной экономике творчества.

Список литературы

1. How are NFTs in Music Revolutionizing the Industry? // LCX. URL: https://www.lcx.com/how-are-nfts-in-music-revolutionizing-the-industry/ (Дата обращения: 22.04.2024).
2. NFTs in the music industry: how they are being used to sell digital music and merchandise // LinkedIn. URL: https://www.linkedin.com/pulse/nfts-music-industry-how-being-used-sell-digital-adesuyi-victor (Дата обращения: 22.04.2024).

УДК 004

ПУЛЫ ЛИКВИДНОСТИ В DEFI

Башаров А.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
Qndrey94@gmail.com
Научный руководитель: Вашлаев А.Д., к.э.н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

С появлением технологии блокчейн появилось понятие Defi - децентрализованных финансов – аналог традиционных финансов. Концепция децентрализованных финансов направлена на построение финансовых услуг, отделенных от традиционных финансовых и политических систем, что позволяет создать более открытую финансовую систему, которой могут пользоваться абсолютно все люди со всего мира.

Но Defi, как и любые финансы, должны быть обеспечены ликвидностью. При этом ликвидный актив - актив, который можно быстро продать, не влияя на цену. Следовательно, чем сильнее меняется цена при покупке/продажа актива, тем менее ликвидный он.

Рассмотрим, как формируется ликвидность в традиционных финансах, например, централизованных биржах: в основном, это ордербук и механизм сопоставления. Ордербук – это набор текущих открытых ордеров на данном рынке. То есть покупатели берут средства у продавцов и если количество средств, продаваемых в данный момент равно количеству покупаемых средств, то актив является максимально ликвидным.

De-Fi торговля предполагает выполнение ончейн-сделок без централизованной стороны, владеющей средствами. Это создает проблему при использовании ордербуков. Каждое взаимодействие с ордербуком требует комиссии за газ, что делает выполнение сделок намного дороже. Но главное – большинство блокчейнов не могут обеспечить необходимую пропускную способность для ежедневной торговли миллиардами долларов. Решение – пулы ликвидности.

Из определения pool (с англ. общий фонд) понятно, что это средства, собранные в большую цифровую гору, которая используются для обеспечения децентрализованной торговли, кредитования и многих других функций. Регулируется эта гора в основном смарт-контрактом, который и распределяет средства. В последствии это будем называться автоматическим маркет-мейкером (AMM).

AMM это алгоритм ценообразования — формула, которая может варьироваться в зависимости от биржи. Наиболее популярный формат алгоритма используется на Uniswap и рассчитывается как произведение суммы токенов первого актива в пуле ликвидности и суммы токенов второго актива. При этом результатом данного произведения является константа, которая всегда сохраняет одно и то же значение. Используя этот алгоритм, AMM поддерживает цену актива.

Данный алгоритм ценообразования подразумевает, что процент изменения цены варьируется в зависимости от количества токенов в сделке. Чем больше токенов в уравнении, тем

меньше цена изменяется при переговорах. Это значительно снижает вероятность проскальзывания цены. Если в сделке задействована малая сумма активов, то процентное изменение может быть несколько выше, однако вероятность проскальзывания все равно низкая, поскольку весь процесс автоматизирован. Таким образом, с AMM вам не нужно искать другого трейдера, готового купить или продать активы. На DEX торговля ведется автоматически, позволяя осуществлять полностью одноранговые сделки, что является основной идеей самой децентрализации [1-3].

Список литературы

1. Децентрализованные финансы (DeFi). Полное руководство для начинающих. URL: https://academy.binance.com/ru/articles/the-complete-beginners-guide-to-decentralized-finance-defi/ (Дата обращения: 21.04.2024).
2. Что такое пулы ликвидности в DeFi и как они работают? URL: https://academy.binance.com/ru/articles/what-are-liquidity-pools-in-defi (Дата обращения: 23.04.2024).
3. Что такое автоматизированный маркет-мейкер (AMM)? URL: https://learn.bybit.com/ru/defi/what-is-an-automated-market-maker-amm/ (Дата обращения: 22.04.2024).

УДК 378.1

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Безуглая Е.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
lizabeza02@gmail.com
Научный руководитель: Волкова М.В., к.э.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Оценка эффективности образовательной организации — это важный и сложный процесс, требующий комплексного подхода. В современном образовании особенно важно учитывать не только уровень знаний учащихся, но и другие аспекты, такие как качество преподавания, управление учебным процессом, инфраструктура учебного заведения и удовлетворенность студентов. Важно отметить, что в сфере образования результат деятельности не имеет вещественной формы и выступает в виде услуги.

Образовательные услуги имеют ряд основных характеристик, которое усложняют процесс оценки деятельности: неосязаемость, неотделимость, непостоянство качества, недолговечность (несохраняемость) и отсутствие владения [1].

Неосязаемость услуги означает, что её характеристики нельзя оценить до её приобретения, и покупатели ищут «сигналы» качества услуги для принятия решения о покупке.

Неотделимость услуги означает, что она не может быть отделена от источника. Это проявляется в нескольких аспектах. Во-первых, преподаватель не может предоставить услугу, если в аудитории нет студентов. Во-вторых, услуги неотделимы от субъектов (конкретных работников), оказывающих их в том смысле, что любая замена преподавателя может изменить процесс и результат оказания образовательной услуги, а, следовательно, изменить и спрос. Третьей характерной особенностью неотделимости услуг является присутствие и участие в процессе их предоставления других потребителей.

Непостоянство качества услуги означает, что её качество может сильно изменяться в зависимости от того, кто, когда, где и как её предоставляет. Ещё одной причиной непостоянства образовательной услуги является изменчивость «исходного материала», то есть обучающегося.

Недолговечность услуги означает, что её нельзя хранить с целью последующей продажи или использования.

Отсутствие владения означает, что в отличие от физических товаров, услуги не являются чьей-либо собственностью. Из-за отсутствия владения учреждения, предлагающие образовательные услуги, должны прилагать особые усилия для укрепления имиджа и привлекательности своей марки.

То обстоятельство, что результат деятельности образовательных организаций по отношению к человеку не имеет вещественной формы, а представляет собой услугу, является основной причиной применения именно качественных оценок. Качественные характеристики более релевантными и важными для оценки эффективности деятельности в данной сфере [2].

Основной процедурой системы оценки качества образовательных услуг, сложившейся сегодня в России, является государственная аккредитация образовательных учреждений. Однако эффективность образовательной деятельности может быть оценена с точки зрения образовательных учреждений, потребителей образовательных услуг, работодателей и государственных органов управления как на федеральном, так и на региональном уровне.

Также стоит отметить, что характеристики, используемые при оценке деятельности образовательных организаций будут разными в зависимости от вида образовательной организации. Так, например, в школе важны будут результаты сдачи учениками государственных экзаменов (ОГЭ, ЕГЭ) и количество выпускников, поступивших в высшие учебные заведения (на бюджетную основу; в высшие учебные заведения, входящие в ТОП по стране). Для высших учебных заведений, такие характеристики уже будут не применимы. В случае с университетами уже будет актуальным трудоустройство студентов по образованию. Разные образовательные организации имеют разную направленность, разное количество учащихся, разную финансовую поддержку, что выявляет определённые особенности, которые необходимо учитывать при оценке эффективности их деятельности.

Для каждого вида образовательных учреждений системы, в том числе и дополнительного профессионального образования Приказом Минобрнауки РФ N 1116 утверждены целевые показатели эффективности. При оценке эффективности образовательной организации необходимо учитывать её вид и соответственные этому виду особенности, ориентироваться на утверждённые целевые показатели эффективности.

Оценка эффективности образовательных организаций — это сложный процесс, требующий учета различных аспектов, таких как качество образования, удовлетворенность студентов, профессиональное развитие преподавателей и использование инновационных методик. Важно учитывать как количественные, так и качественные показатели, а также особенности каждой организации, чтобы обеспечить объективную и всестороннюю оценку их работы.

Список литературы

1. Книга А.С., Глазкова Т.Н., Князева О.М. Методические подходы к оценке эффективности образовательных услуг // Ползуновский вестник. 2011. № 2-2. С. 352-356.
2. Тришкина Н.Ю. Особенности оценки эффективности услуг в сфере образования // ИВД. 2012. № 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-otsenki-effektivnosti-uslug-v-sfere-obrazovaniya (Дата обращения: 30.04.2024).

УДК 002.55

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ НОРМАТИВНО-СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ХОЛДИНГОВЫХ СТРУКТУРАХ

Бирюкова А.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
biryukovaad@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Третьякова В.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Проблему гармонизации данных в промышленных холдинговых структурах, объединяющих несколько вертикально интегрированных и территориально распределенных производственных предприятий, где помимо комплекса информационных систем головной организации одновременно функционирует совокупность информационных систем филиалов и дочерних организаций, можно определить как фундаментальную для целого ряда информационных систем холдинга [1]. Использование локальных объектов нормативно-справочной информации (НСИ), включающих как корпоративные данные производственных предприятий холдинга, так и данные отраслевых, государственных и международных стандартов, порождает разнородный и зачастую несопоставимый набор данных на различных аппаратных платформах. Недостоверные, неполные и дублирующиеся данные приводят к ошибкам и затруднительному формированию управленческой и регуляторной отчетности, и как следствие, к некорректным и несвоевременным решениям управленческого аппарата холдинга.

В качестве решения, способного обеспечить единство, актуальность и полноту циркулирующих потоков данных, предлагается использовать организационно-функциональную модель управления нормативно-справочной информацией, суть которой заключается в консолидации всех обязанностей по обработке нормативно-справочной информации за специальной службой управления данными.

Централизованная модель управления нормативно-справочной информацией в промышленных холдинговых структурах включает в себя три контура: пользователи информационных систем, функциональные подразделения, служба управления НСИ. В рамках модели подразумевается реализация следующего бизнес-процесса: внешние пользователи корпоративных систем предприятия и непосредственные специалисты соответствующих функциональных подразделений обращаются по заявочному механизму в службу НСИ с запросом создания, изменения или удаления данных [2]. Получив обращение, оператор НСИ назначает ответственного дата-стюарда на обработку заявки. В свою очередь, дата-стюард, выполнив необходимые преобразования согласно регламентированному бизнес-процессу, нормализует данные в автоматизированной системе управления НСИ, в качестве которой преимущественно выступает система класса MDM (master data management), откуда изменения реплицируются во все корпоративные информационные системы.

Изложенная модель управления НСИ в совокупности с внедрением автоматизированной системы управления мастер-данными позволяют обеспечить единство и централизацию справочной информации при интеграции разноплановых систем в единое цифровое пространство обмена данных, что приводит к снижению затрат на формирование корпоративной отчетности и обслуживание информационных систем, а также ускоряет процессы взаимодействия с филиалами и подразделениями холдинга.

Применение разработанной модели управления НСИ на уровне всего холдинга обеспечивает как эффективное взаимодействие функциональных областей предприятий, так и позволяет снизить трудоемкость линейных специалистов на ввод, поиск и обработку информации. В этом случае наблюдаемая экономия от оптимизации трудозатрат не предполагает увольнения сотрудников ввиду автоматизации выполняемых ими бизнес-процессов. Напротив, сотрудники перестают быть «операционистами», занимающимися вводом данных, и становятся «аналитиками», контролирующими и анализирующими отчетность на основе выверенных

данных [3]. Тем самым, сокращается время сотрудников профильных подразделений на выполнение операций обработки информации, являющихся обеспечивающими бизнес-процессами, и как следствие, освобождается время на выполнение основных бизнес-процессов сотрудников согласно их должностной инструкции.

Таким образом, предложенная модель для управления мастер-данными на всех производственных предприятиях холдинговой структуры позволит значительно улучшить контроль и стандартизацию данных, обеспечить целостность, полноту и точность информации, циркулирующей в комплексе интегрированных производственных информационных систем.

Список литературы

1. Черников Б.В. Особенности создания систем нормативно-справочной информации в организациях холдингового типа // Фундаментальные исследования. 2017. № 12-1. С. 149-156.
2. Какие проблемы позволяет решать НСИ от ЭТП ГПБ. URL: https://etpgpb.ru/posts/10294-kakie_problemy_pozvolyaet_reshat_nsi_ot_etp_gpb/ (Дата обращения: 20.03.2024).
3. Комплексная информационная система как часть общей цифровизации бизнеса. URL: https://www.profiz.ru/peo/6_2022/cifrovizaciya_biznesa/?ysclid=ltdbvq6jre632743908 (Дата обращения: 20.03.2024).

УДК 658.562

ОСОБЕННОСТИ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МЕДИЦИНСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЛАМПОВЫХ УЗЛОВ

Бондаренко К.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
kristina150203@mail.ru
Научный руководитель: Герцик Ю.Г., к.б.н., д.э.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Предоставление качественных медицинских услуг зависит не только от уровня образования и квалификации медицинских работников, но также и от качества медицинского оборудования, точность работы которого важна в любом направлении медицины.

Безопасность пациентов, надежность и эффективность – основные направления, которые должны волновать производителей медицинской продукции. Для обеспечения высокого уровня качества и подтверждения соответствия продукции международным стандартам производители медицинских изделий вводят на своих предприятиях систему менеджмента качества, которая представляет собой набор специальных практик, методик и способов организации труда.

Система менеджмента качества (СМК) на предприятиях медицинской промышленности имеет свои особенности, которые связаны с требованиями и стандартами, специфичными для данной отрасли. Рассмотрим некоторые требования, которым должны соответствовать производители:

1. Стандарты ИСО 9001 и ИСО 13485;
2. Требования к сертификации;
3. Требования к документации;
4. Управление рисками;
5. Требования к трассируемости;

Документация системы менеджмента качества в соответствии с ИСО 13485 должна включать:

– политику и цели в области качества;
– руководство по качеству;
– документированные требования к деятельности по техническому обслуживанию;
– документированные требования к состоянию здоровья, чистоте и одежде персонала;

– документированные требования к производственным условиям;
– записи об обучении, гарантирующие, что весь персонал, временно работающий в особых условиях окружающей среды в рамках производственного процесса, соответствующим образом обучен или работает под наблюдением опытного сотрудника [1].

Таким образом, важной особенностью СМК для предприятий медицинской промышленности является понимание всем персоналом важности предоставления качественных услуг и продукции. Это является важным отличием, поскольку в других отраслях основной задачей может являться сертификация и создание процессной модели с точки зрения оптимизации управления со стороны руководства. Корректное использование современных методов управления качеством, наличие квалифицированного менеджмента и сотрудников, коренное изменение психологии руководства и персонала, подчинение всех действий коллектива решению задачи обеспечения качества услуг позволяет успешно внедрять СМК [2].

Источники света и ламповые узлы, относящиеся к медицинской промышленности, играют важную роль в создании безопасной среды в помещениях различного типа. Соответственно, весь цикл создания и выпуска источников света и ламповых узлов должен быть сертифицирован на соответствие стандартам ISO 9001:2015 и ISO 13485:2016, которые предполагают строгий поэтапный контроль над процессом разработки, испытаний, производства и выпуска ламповых узлов.

Важным аспектом при производстве ламповых узлов (ЛУ) является обеспечение конструкторской документацией (КД), описывающей характеристики ЛУ, а также документы по сборке, наладке, мониторингу и измерениям продукции.

Проверка соответствия производства ЛУ установленным в документации СМК требованиям осуществляется по следующим направлениям:

- наличие информации, описывающей характеристики выпускаемых ЛУ;
- наличие документированных процедур и рабочих инструкций,
- наличие и применение средств измерений для мониторинга и измерений;
- выполнение требований технологической дисциплины;
- наличие и применение необходимого для производства оборудования;
- выполнение в установленной последовательности технологических операций;
- маркировка и сохранение соответствия продукции в процессе производства и хранения;
- проведение внутренних аудитов для контроля соблюдения всех требований.

При проверке процесса производства ЛУ необходимо руководствоваться требованиями КД, нормативными требования к производству ЛУ и другими документами СМК, регламентирующими деятельность подразделений, занятых в процессе производства.

Производство ламповых узлов позволяет обеспечивать больницы, школы и другие государственные, а также частные учреждения, обеззараживающим оборудованием. Соответственно, вся ответственность за предоставление качественных установок на производителях. Организация и контроль процесса производства, а также управления предприятием, в соответствии с требованиями СМК, повысит уровень доверия потребителей.

Список литературы

1. Дмитриева А.П. Управление качеством медицинских изделий и оборудования на основе международных стандартов ISO. // Эффективные системы менеджмента - гарантии устойчивого развития. 2016. Т. 2. № 5. С. 109-112.
2. Виноградова И.В., Петров И.В., Альмухаметов А.А., Петрова Ф.С. Система менеджмента качества в медицинской организации: от основ до процессной модели. // Вестник Авиценны. 2022. В. 24. № 4. С. 479-90.

УДК 336.027:338.57.013.22

ФЕНОМЕН ДЕФЛЯЦИИ И ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ УЧЁТНОЙ СТАВКИ В ЭКОНОМИКЕ ЯПОНИИ

Борисов М.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
gavrusha225225@gmail.com
Максимов П.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
pavel.maximov.04@mail.ru
Научный руководитель: Пилюгина А.В. к.э.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Дефляция, или длительное падение общего уровня цен, является серьезной экономической проблемой, которая может привести к экономическому застою и рецессии. В конце 1990-х годов Япония столкнулась с длительным периодом дефляции, который продолжался более десяти лет. В ответ на это Банк Японии ввел отрицательные процентные ставки в 2016 году, став первым крупным центральным банком, предпринявшим такой шаг [1-3].

Дефляция в Японии была вызвана рядом факторов, в том числе:
- экономический кризис «пузыря активов» 1991-2001 гг. (период стагнации японской экономики) [1], который привел к резкому падению цен на акции и недвижимость;
- падение цен на активы и сокращение кредитования, что привело к снижению инвестиций и расходов;
- демографический фактор, а именно старение населения и сокращение рабочей силы, что привело к снижению спроса и производительности.

В попытке стимулировать кредитование и инфляцию Банк Японии ввел отрицательную учетную ставку в размере -0,1% в 2016 году [2]. Эта мера была направлена на снижение доходности банковских вкладов и кредитов, тем самым побуждая людей тратить больше и меньше экономить.

Отрицательная учетная ставка привела к таким последствиям, как:
- снижение доходности банковских вкладов и кредитов, что побудило людей тратить больше и меньше экономить;
- стимулирование расходов и сокращение сбережений, что привело к росту инфляции;
- ослабление иены, что сделало японский экспорт более конкурентоспособным.

В то время как отрицательная учетная ставка может быть эффективным инструментом стимулирования экономики, она также сопряжена с рядом проблем в виде:
- потенциальной нестабильности финансовой системы, так как банки могут столкнуться с трудностями в получении прибыли;
- ограниченной эффективности в условиях слабой инфляции, так как отрицательные процентные ставки могут не привести к значительному росту инфляции;
- неравенства в распределении доходов, так как отрицательные процентные ставки могут нанести ущерб сбережениям домохозяйств с низким доходом.

Японский опыт дефляции и отрицательной учетной ставки преподает ценные уроки для разработки политики в других странах, сталкивающихся с подобными проблемами. Он подчеркивает важность:
- раннего и агрессивного реагирования на дефляцию;
- всесторонних мер фискальной и монетарной политики, включая отрицательные процентные ставки в качестве одного из инструментов;
- учета потенциальных проблем и ограничений отрицательных процентных ставок [3].

Феномен дефляции и отрицательной учетной ставки в Японии является уникальным и поучительным явлением. Из этого опыта можно извлечь ценные уроки, которые помогут странам справляться с аналогичными экономическими проблемами в будущем.

Список литературы
1. Криводубова Ю.В. Монетарная и антиинфляционная политика: японский вариант // Власть и управление на Востоке России. 2023. № 1 (102). С. 162–175. DOI: https://doi.org/10.22394/1818-4049-2023-102-1-162-175.
2. Топик газеты «Ведомости» от 29.01.2016 URL: https://www.vedomosti.ru/finance/articles/2016/01/29/626027-bank-yaponii-vnezapno (Дата обращения 01.05.2024).
3. How inflation affects Japan's "quantitatively eased" economy - Chris G. Pope December 2023 // Asian Review of Political Economy 2 (1). URL: https://www.researchgate.net/publication/376501354_How_inflation_affects_Japan's_quantitatively_eased_economy (Дата обращения 01.05.2024).

УДК 656

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ МАРШРУТИЗАЦИИ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Бородянская К.Е., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
borodyanskayake@student.bmstu.ru
Мошнина А.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
moshninaav@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Самойлова И.А., к.э.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Задачи маршрутизации играют важную роль при постановке целей эффективного управления материальными потоками в логистике. Разработка оптимальных транспортных маршрутов позволяет решить ряд вопросов: о грузопотоках, о своевременности доставки, о минимизации издержек и т.д. При этом важно не только улучшение отдельные элементов транспортно-логистической системы, но и обеспечение высокого уровня обслуживания клиентов путем оптимизации процесса в целом [1].

Актуальность проблемы заключается в необходимости повышения эффективности работы компаний, т. е. в разработке комплексного решения задачи построения маршрутных схем, оптимальных по транспортным расходам и времени доставки.

Планирование маршрута в логистике – это процесс назначения времени прибытия транспортного средства на точку и расчет времени ее обслуживания с учетом минимизации расходов. В свою очередь, *маршрутизация* – процесс создания наиболее экономически эффективного маршрута путем минимизации расстояния и времени пути, сформированного с учетом запланированного количества остановок. Маршрутизация включат в себя затраты не только на эксплуатацию транспортных средств и топливо, но и на рабочую силу и техническое обслуживание [2].

Подобные задачи возникают и в области информационных технологий. В частности, при проектировании компьютерных сетей возникает задача о маршрутизации информационных потоков. Для решения подобных задач в IT-практике наиболее часто применяются алгоритмы динамической (адаптивной) маршрутизации.

Следует отметить, что алгоритмы адаптивной маршрутизации отвечают трем основным требованиям: они обеспечивают рациональное решение поставленной задачи, являются простыми в своей реализации и обладают свойством сходимости, то есть обеспечивают единственность результата. Каждое из этих требований также применимо и к маршрутизации транспортных потоков, которые постоянно подвергаются воздействию изменчивой внешней

среды. Это позволяет сделать предположение о возможности применения алгоритмов динамической маршрутизации при организации транспортировки грузов.

Рассмотрим *классификацию алгоритмов адаптивной маршрутизации:* 1) дистанционно-векторные алгоритмы (Distance Vector Algorithms, DVA); 2) алгоритмы состояния связей (Link State Algorithms, LSA): 2.1) связь между промежуточными системами (Intermediate System to Intermediate System; IS-IS), 2.2) открытый алгоритм предпочтительного выбора кратчайшего маршрута (Open Shortest Path First; OSPF) [3].

Последние несколько лет государство и крупный бизнес активно погружаются в сферу транспортных инноваций, и вопросы о перспективности использования автономного транспорта для оптимизации грузоперевозок, о разработке адаптивной инфраструктуры массового использования беспилотных автомобилей становятся крайне актуальными. Совокупность многообразия имеющихся адаптивных методов маршрутизации компьютерных сетей и проблемы маршрутизации транспортных потоков позволяет открыть новые перспективные направления для изучения вопросов о нахождении наиболее оптимального маршрута в логистике.

Список литературы

1. Вдовин В.Н. Маршрутизация грузопотоков в логистике // Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева. 2020. № 1. С. 98-103. DOI 10.51885/15614212_2020_1_98. – EDN UQTLIW.
2. The Difference between Routing, Route Scheduling, and Route Optimization / Planet together URL: https://www.planettogether.com/blog/the-difference-between-routing-route-scheduling-and-route-optimization (Дата обращения: 27.03.2024).
3. Умысков А.В., Смоленков А.В. Проблема выбора алгоритма маршрутизации // Бюллетень науки и практики. 2016. № 6. С. 142-146.

УДК 004.9

ОПТИМИЗАЦИЯ СЕРВИСОВ УЧРЕЖДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ НАВИГАЦИИ

Быков С.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
dzfordzdz@gmail.com
Ворчук О.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
olegvorchuk241@gmail.com
Камалов М.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
kamalov-m-r@yandex.ru
Научный руководитель: Мышенков К.С. д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Бауманский университет строился и перестраивался в течение 200 лет, что привело к сложностям в ориентации внутри зданий. Первокурсники и гости университета сталкиваются с серьезной проблемой при поиске нужной аудитории. Сервис навигации поможет решить эту проблему.

Для «оцифровки» здания можно использовать графовую структуру, при помощи которой можно находить оптимальный маршрут от исходной точки до пункта назначения.

Навигационная сетка и навигационный граф в чистом виде [1] не подходят для решения этой задачи, поэтому используется метод «базовых точек» - модифицированная концепция навигационной сетки, согласно которой на плане здания выделяются «базовые пространства»,

связывающие помещения или части здания между собой. Центры размеченных пространств являются вершинами графовой структуры.

Оптимальным решением задачи поиска пути для данного графа является алгоритм A*(A-Star), улучшенный алгоритм Дейкстры [2]. На основании этого алгоритма по взвешенному графу строится маршрут по критерию наименьшей стоимости.

Для реализации клиентской части (frontend) веб-сервиса использовались технологии JavaScript, HTML и CSS. Данные инструменты позволяют создать интерфейс пользователя и визуализировать геометрические формы, представляющие собой помещения здания. В основе серверной части (backend) лежит язык программирования Python с использованием фреймворков Flask и NetworkX, а также система управления базами данных PostgreSQL. Такая комбинация технологий обеспечивает эффективное хранение и обработку данных, а также предоставляет доступ к ним через API, что позволяет формировать графовую структуру помещений здания на основе полученных данных. При проектировании сервиса использованы методологии, описанные в работе [3].

Сценарии использования:

1. Самый очевидный и полезный способ использования разработанного сервиса - помощь в нахождении необходимой аудитории. Расположение кабинетов в корпусах университета достаточно сложное, поэтому сервис будет удобен при поиске аудитории, в которой пользователь никогда не был.

2. Сервис будет удобен для гостей и посетителей университета (научные конференции, олимпиады для школьников, дни открытых дверей). С помощью QR-кода и приложения можно без проблем найти нужную аудиторию.

Веб-приложение можно легко интегрировать с другими электронными сервисами университета. Это расширит функциональность навигационной системы и сделает ее более удобной для пользователей.

Список литературы

1. Navigation Graph Generation. URL: https://s.gamedev.net/tutorials/programming/artificial-intelligence/navigation-graph-generation-r2805/ (Дата обращения: 23.04.24).
2. A* search algorithm. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/A*_search_algorithm (Дата обращения: 23.04.24).
3. Gurianov D.A., Myshenkov K.S., Terekhov V.I. Software Development Methodologies: Analysis and Classification // 2023 5th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE) (Russian Federation, Moscow, 16-18 March, 2023). M.: IEEE, 2023. V. 5. pp. 1-8. DOI: 10.1109/REEPE57272.2023.10086852.

УДК 330.342.24

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТОВ УМНЫХ ГОРОДОВ В ТРАНСПОРТЕ

Воронина М.Е., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и Менеджмент»
mashavoroninnna@gmail.com
Научный руководитель: Шиболденков В.А., к.э.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Концепция умного города как часть инновационной стратегии страны представляет собой результат эффективного сочетания различных технических, интеллектуальных, социальных и инновационных сервисов, таких как умные коммунальные услуги, управление чрезвычайными ситуациями, управление трафиком, интеллектуальные дома с умными устройствами и многое другое, способных передавать данные с использованием беспроводных технологий и облачных

систем. Умный город рассматривается как экосистема умных устройств. Поскольку «умный город» является экосистемой традиционного города, при усилении современного урбанизированного пространства, которое требует сильных стратегий и инновационного планирования для модернизации городской жизни, политики и городские власти ищут новые идеи и решения для предоставления новых услуг эффективным и устойчивым способом для развивающегося населения. Многие города улучшают качество и эффективность городских услуг, цифровизируя, делая их интеллектуальными и умными [1].

С целью структуризации проектов развития в области умного города по всем направлениям – таким как транспорт, медицина, образование, коммунальные услуги, рассматривается возможность создания математической поведенческой модели, которая могла бы служить инструментом планирования для правительства, разработчиков и исполнителей проектов и инициатив в умных городах (на примере проектов умного города в транспорте). Предлагаемая в работе модель рассматривается с целью ее практического использования для анализа трансформации умного города в целом и в частности в транспортной отрасли. Проекты умного города транспортной отрасли каждой страны развиваются со своей собственной скоростью, которая определяется различными характеристиками страны, планирующей разработать такой инновационный проект. В случае реализации проект сам по себе может быть рассмотрен с точки зрения его производительности, которая отражает ожидаемый прогресс проекта и степень движения к цели и запланированному результату, с учетом заданных входных параметров. Эти параметры принадлежат стране как системе и характеризуют ее. Входные параметры обеспечивают систему умного города средой, в которой она может развиваться и достигать результатов [2]. Такое явление наблюдается в устойчивых законах кинематики физики, а именно в процессе равномерного ускорения тела – данное явление легло в основу моделирования формулы.

$$I^{\rightarrow} = 2\left(\frac{1}{t^2} - \frac{V_{const}^{\rightarrow} + \sum_{i=1}^{n} K_i t}{t}\right) \quad (1)$$

В данном уравнении $V_{const}^{\rightarrow} + \sum_{i=1}^{n} K_i t$ отображает параметр, который определяет скорость, с которой проект начинает развиваться, набор значений, которые определяются способностью страны реализовать проект транспортной системы умного города; запланированное время для реализации проекта. с которой будет развиваться проект, определяющая прогресс проекта или эффективность проекта. Конечный результат проекта, который представляет собой реализацию запланированного проекта, обозначается показателем H (2):

$$H = (V_{const}^{\rightarrow} + \sum_{i=1}^{n} K_i t) \times t + \frac{t^2 \times \left(\frac{1}{t^2} - \frac{V_{const}^{\rightarrow} + \sum_{i=1}^{n} K_i t}{t}\right)}{2} \quad (2)$$

Сумма начальных постоянных показателей являются показателями страны, которые не сильно изменяются с года на год в период от одного до пяти лет, а также если перед рассмотрением проекта умного города наблюдалась небольшая вариация значений показателей. К ним относятся: деловой климат в данной стране и первоначальные фиксированные инвестиции (зависимость от отрасли умного города, в нашем случае — инвестиции в транспортную отрасль), а также те, которые меняются со временем - индекс рынка умной мобильности (SMMI), оценка риска страны и Глобальный индекс инноваций (GII). Дополнительно, к параметру K_i в зависимости от страны и конкретного направления проекта добавляются параметры по соответствующему проекту и страновой специфики.

Эта зависимость показывает, что результат, который страна может достичь в своем проекте умного города за определённый период времени (например, 5 лет), напрямую зависит от равномерного распределения ресурсов для проекта, характеристик самой страны, состояния экономики государства и уровня инноваций и т. д. Эта модель сосредоточена на прогнозировании и анализе ресурсов и возможности реализации проекта в срок с фиксированным положением

страны на мировом рынке, ее уравнения развития. Это необходимо для заинтересованных сторон проекта при планировании и выделении средств на проект умного города, особенно когда это не только транспортная отрасль, а также реализация проекта умного города в других отраслях.

Список литературы

1. Smart city strategies: a global review / Официальный сайт Arup Group. URL: https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/smart-city-strategies-a-global-review. (Дата обращения: 01.05.2024).
2. Smart cities: inclusive growth. / Официальный сайт OECD. URL: https://www.oecd.org/regional/cities/smart-cities.htm. (Дата обращения: 01.05.2024).

УДК 33.338

НЕОБХОДИМОСТЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА КЛИЕНТСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОМПАНИЙ

Горюшина В.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
leragor27@mail.ru
Научный руководитель: Вэй В.Ю., к.э.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Железнодорожный транспорт в России – это всеохватывающая транспортная система с многотысячным пассажиропотоком и грузооборотом. Он служит объединяющим компонентом единой экономической системы, обеспечивая стабильное функционирование промышленных предприятий, а также способствует доставке необходимых грузов по всей стране. Железнодорожный транспорт оказывает сильное влияние на развитие экономического сектора. Главная цель функционирования железнодорожной системы – это быстрая, удобная, экономически выгодная и безопасная перевозка пассажиров и доставка грузов не только внутри страны, но и за ее пределами [1].

Однако существует ряд препятствий такие, как низкая квалификация кадров, отсутствие гибкой ценовой политики, низкая технологичность оборудования, отсутствие технологии электронного документооборота на некоторых этапах.

Всё это ведёт к снижению экономической эффективности процесса обслуживания клиентов железнодорожных компаний. Большая часть отечественных транспортных компаний ежегодно теряет 10% – 20% и больше своей потребительской базы [2].

Грузовые станции играют ключевую роль в обеспечении потребностей клиентов. При взаимодействии с клиентами их роль заключается во: взаимодействии с другими элементами транспортной цепи, что является ключевым фактором для обеспечения эффективности и надежности транспортировки грузов, обеспечении безопасности грузов, минимизации задержек, потерь и ошибок в транспортировке грузов [3].

Таким образом, целью данного исследования является разработка предложений и рекомендаций по совершенствованию работы грузовой станции для повышения показателей эффективности клиентского обслуживания.

Обозначенная цель может быть реализована последовательным решением следующих задач: осуществление обзора практической деятельности железнодорожных компаний в сфере клиентского обслуживания, разработка предложений и рекомендаций по совершенствованию работы грузовой станции для повышения показателей эффективности клиентского обслуживания, практическая реализация усовершенствованной схемы процесса клиентского обслуживания на базе ОАО «РЖД».

В этом случае объектом исследования является процесс взаимодействия сотрудников транспортной компании с клиентами в рамках грузовой станции, а предметом исследования являются проблемные аспекты процесса, влияющие на его эффективность.

Так, например, как сказано в Функциональной стратегии управления качеством в ОАО «РЖД», основным принципом работы Холдинга является клиентоориентированность бизнеса. В условиях обостряющейся конкуренции на транспортном рынке ориентация на максимально полное выявление и удовлетворение требований потребителей услуг ОАО «РЖД» является залогом эффективного долгосрочного развития и обеспечения конкурентоспособности во всех сегментах рынка железнодорожных перевозок [2].

Необходимость повышения экономической эффективности процесса клиентского обслуживания очевидна. В настоящее время во всем мире логистика переживает подъем. Особое внимание вызывает проблема потребительской лояльности. Организации должны обеспечивать своим потребителям высокий уровень логистического обслуживания. Каждый железнодорожный оператор признает важность клиента.

Список литературы

1. Сазыкин Г.В. Общий курс железных дорог. М.: Изд-во «Юрайт», 2022. 231 с.
2. Грицюта Т.М. Повышение качества обслуживания клиентов ОАО «РЖД» за счет применения онлайн-технологий (на примере Дальневосточного территориального центра фирменного транспортного обслуживания) // Власть и управление на Востоке России. 2016. № 1 (74). С. 153–160.
3. Тагир С. Грузовая станция: ключевой элемент транспортной цепи и эффективная организация ее работы / Научные Статьи.Ру — портал для студентов и аспирантов. Дата последнего обновления статьи: 02.10.2023. URL https://nauchniestati.ru/spravka/organizacziya-raboty-gruzovoj-stanczii-kak-elementa-transportnoj-czepi/ (Дата обращения: 28.04.2024).

УДК 33

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМАРТ-КОНТРАКТОВ ПРИ ПЕРВИЧНОМ РАЗМЕЩЕНИИ ЦИФРОВЫХ ТОКЕНОВ (ICO)

Гудков П.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
pavlusha220@yandex.ru
Научный руководитель: Вашлаев А.Д., к.э.н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Внедрение новых технологий существенным образом влияет на экономику в целом. Именно они позволяют оперативно выполнять различные финансовые операции, которые раньше требовали личного присутствия. Со временем свое развитие получила технология *Blockchain* — децентрализованная база данных, работающая на основе технологии распределенных реестров [1] с использованием смарт-контрактов и состоящая из цепочки блоков, в которых хранится информация о сделках, транзакциях или других данных.

Смарт-контракт – программный код, который автоматически выполняет, проверяет или обеспечивает выполнение условий сделки между участниками без необходимости посредников. Смарт-контракты обладают следующими ключевыми свойствами [2]:

1. *Наблюдаемость* контракта – возможность проконтролировать исполнение контракта на всех этапах и самостоятельно удостовериться в том, что контрагент выполнил свою часть сделки.

2. *Верифицируемость* и наличие механизма принуждения исполнения положений смарт-контракта, которые позволяют определить участника смарт-контракта и хронологическую последовательность его действий, формируя тем самым аудиторский след.

3. *Защищенность* условий и данных смарт-контракта, которая подразумевает ограничение действий любых третьих лиц в отношении контракта.

В настоящее время смарт-контракты используются в различных сферах, одним из которых является первичное размещение цифровых токенов.

ICO (Initial Coin Offering) — это процесс, при котором компания или проект привлекает инвестиции, продавая свои токены или монеты инвесторам [2]. В рамках ICO инвесторы покупают токены компании с надеждой на их будущий рост стоимости.

Этапы проведения:

1. Первым и основным этапом является подготовка проекта, во время которого компания, желающая провести ICO, должна разработать Whitepaper – публичный документ, который раскрывает основную информацию о проекте в рамках проведения ICO: количество выпускаемых токенов, цель ICO, команда, дорожная карта проекта, технология, бизнес-модель, условия продажи токенов, технические детали и иное. Также необходимо определить объем привлекаемых средств и дату начала и окончания ICO.

2. Следующим этапом является привлечение инвесторов. Во время ICO компания предлагает свои токены или монеты инвесторам по определенной цене. Инвесторы могут покупать токены с использованием криптовалюты или фиатных (доллар, евро, рубль и др.) денег. Обычно ICO проводится на специальных платформах или сайтах, где инвесторы могут зарегистрироваться и участвовать в процессе

3. Заключительный этап – распределение токенов. После завершения ICO компания распределяет проданные токены среди инвесторов. Инвесторы могут использовать купленные токены для участия в проекте, обмена на другие криптовалюты, хранения в надежном кошельке, а также для покупки различных продуктов и услуг. Компания также может запустить свой токен на биржах для торговли

ICO — это эффективный способ для стартапов и компаний, помогающий привлечь инвестиции в блокчейн-проекты, который продолжает развиваться как инновационный инструмент финансирования. Он предоставляет возможность широкому кругу инвесторов участвовать в проекте и получить доступ к новым технологиям и инновациям. Однако, необходимо помнить о рисках, связанных с инвестированием в ICO, такие как высокая волатильность токенов и возможные мошеннические схемы. Важно проводить тщательный анализ проекта перед участием в ICO и обращать внимание на репутацию и профессионализм команды.

Список литературы

1. Абакумов А. М., Авербах В. Е., Анпилогов В. Р. Развитие отдельных высокотехнологичных направлений. Белая книга. Москва: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2022. 188 с.

2. Аналитический обзор по теме «СМАРТ-КОНТРАКТЫ» / Официальный сайт «Центральный банк Российской Федерации | Банк России». Москва. 2018. URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/47862/SmartKontrakt_18-10.pdf (Дата обращения 20.03.2024).

УДК 338.27

КИБЕРАТАКИ КАК УГРОЗА БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ: АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ УЯЗВИМОСТЕЙ И МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ

Дятчина Е.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
dyatchinaev@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Скворцова Д.А., к.т.н, доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

В современном цифровом мире промышленные предприятия сталкиваются с серьезной угрозой в виде цифровых атак. Кибератака – это массовое покушение на информационную безопасность компьютерной системы [1]. Киберпреступность становится реальной проблемой в повседневной работе производственных предприятий, промышленных систем управления и других технических устройств.

Основные виды кибернетических вторжений [1-3]:

1) Атаки WEB приложений (24%) – SQL инъекции
2) Вредоносный код (19%) – вредоносное ПО
3) Атаки, направленные на определенные приложения (19%)
4) Dos/DDoS Attacks (DDOS - Distributed Denial of Service (англ.) - распределенный отказ в обслуживании) (9%) – перегруз сервера большим количеством запросов
5) Разведывательный вид атаки (9%) – сбор данных
6) Другие виды атак (20%)

Обнаружение кибератак является одним из наиболее важных аспектов в защите информационных систем. Киберпреступники постоянно совершают новые атаки, чтобы получить доступ к конфиденциальным данным, паролям, финансовым средствам и другой персональной информации. Быстрое обнаружение таких ситуаций позволяет минимизировать ущерб и предотвратить дальнейшее распространение угрозы.

Защита от цифровых вторжений требует комплексного подхода: начать можно с того, чтобы создавать и использовать сильные, уникальные пароли для каждого аккаунта, а также включить двухфакторную аутентификацию там, где это возможно.

Обнаружение кибернетических вторжений можно охарактеризовать как проблему выявления фактов неавторизованного доступа в компьютерную систему или сеть. Автоматическое обнаружение кибератак позволяет установить и предупредить о нарушениях безопасности на компьютерных системах и сетях. С помощью специализированных программных решений и алгоритмов, можно производить мониторинг и анализ сетевых активностей для выявления подозрительных или вредоносных действий.

В отличие от ручного анализа, автоматический процесс позволяет обрабатывать большие объемы данных в реальном времени, реагировать на угрозы мгновенно и минимизировать потенциальные ущербы. Важным аспектом является также возможность обучения системы на основе предыдущих инцидентов, что позволяет улучшить ее работу и повысить точность в определении кибератак. Использование искусственного интеллекта и машинного обучения становится все более распространенным для создания эффективных систем обнаружения киберугроз. Однако нельзя не отметить роль пользователей компьютерных систем в предупреждении цифровых атак, ведь многие инциденты компьютерной безопасности становятся возможными именно по их вине.

Методы профилактики:

1) Необходимо использовать только лицензионное программное обеспечение с возможностью своевременного обновления
2) Необходимо следить за актуальностью антивирусных программ
3) Нельзя переходить по внешним ссылкам, полученным от неизвестных пользователей

4) Не следует использовать электронные носители информации в неизвестных устройствах и наоборот

5) Целесообразно регулярно делать резервные копии файлов на внешний носитель

Несмотря на всю масштабность киберугроз, при согласованности действий, возможно им успешно противодействовать. Новейшие разработки в сфере обнаружения и предотвращения кибератак в информационных технологиях играют важную роль в противодействии угрозам. Эти технологии обеспечивают защиту систем и данных от киберпреступников, что является необходимым условием в быстро развивающемся цифровом мире.

Список литературы

1. Пучков А.Ю., Соколов А.М., Широков С.С., Прокимнов Н.Н. Алгоритм выявления угроз информационной безопасности // Прикладная информатика. 2023. Т. 18. № 2. С. 85-102
2. Васильев В.И., Вульфин А.М., Кучкарова Н.В. Оценка актуальных угроз безопасности информации // Вопросы кибербезопасности. 2022. № 2. С. 27-38.
3. Голубев Г.Д. Обзор безопасности маломощных глобальных сетей: угрозы, проблемы и потенциальные решения // Цифровая трансформация общества и информационная безопасность: материалы Всеросс. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 18 мая 2022 г.). Екатеринбург: Издательство Уральского государственного экономического университета, 2022. С. 5-11.

УДК 007.51:007.52

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ГИБРИДНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ IT-ПРОЕКТАМИ

Евсеев Д.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
EVSD@student.bmstu.ru
Шихаматов Д.Э., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
ShikhamatovDjabrail@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Скворцова Д.А., к.т.н, доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

В современном мире управление ИТ-проектами позволяет повышать эффективность и быть конкурентоспособным. Большое количество различных задач, которые стоят перед руководителями проектов, требуют от них высокой квалификации и гибкости при использовании инновационных методов и инструментов.

Применение технологий машинного обучения в сочетании с другими подходами для решения комплексных задач таких как: нейронные сети, эволюционные алгоритмы, обработка естественного языка, - позволяют обеспечивать безопасность операций, автоматизировать бизнес-процессы, использовать облачные платформы для эффективного управления ИТ-проектами. Объединение всех перечисленных технологий представляет собой гибридный искусственный интеллект (ГИИ).

Основными компонентами ГИИ является технологии машинного обучения, дополненные [1]:

1) экспертными системами, основанными на знаниях в определенной области, которые имитируют процесс принятия решений специалистами и используются для поддержки принятия сложных решений на основе накопленного человеческого опыта.

2) технологиями обработки естественного языка, которые позволяют системам понимать, интерпретировать и генерировать человеческий язык, облегчая взаимодействие между человеком и машиной.

3) нейронными сетями, имитирующими работу человеческого мозга для обучения, распознавания образов и принятия решений в условиях неопределенности.

4) эвристическими алгоритмами для поиска решения задач оптимизации.

ГИИ может быть использован для решения широкого спектра задач в ИТ-проектах. Например, ГИИ может анализировать данные о проектах в реальном времени, предсказывать риски, оптимизировать распределение ресурсов и улучшать процессы принятия решений.

Использование ГИИ позволяет анализировать большой объем данных, выявлять закономерности и предсказывать исходы, что делает его незаменимым при принятии решений [2]. Также ГИИ способен облегчить управление ИТ-проектами за счет автоматизации рутинных и повторяющихся задач и может включать в себя тестирование программного обеспечения, обнаружение ошибок и предложение решений для их исправления; мониторинг проектов, отслеживание хода выполнения задач в реальном времени, выявление отставаний от графика и предупреждение о потенциальных проблемах.

Также ГИИ может помочь составить диаграмму Ганта [3], определить зависимости между задачами и доступных сотрудников; оценить усилия, необходимые для разработки каждой задачи; распределить сотрудников по задачам.

Важным является и использование ГИИ для управления рисками в проектах, более глубокого и многоаспектного анализа, который позволяет осуществлять прогнозирование проблем, определение потенциальных узких мест в проекте, предлагать эффективные стратегии для минимизации рисков.

Список литературы

1. Fotso G.B., Pradhan A., Sukdeo N. Importance of Artificial Intelligence in Technology Project Management' // Proceedings of the First Australian International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. 2022. С. 20-21.
2. Gaarslev A. Applications of artificial intelligence in project management // PMI Seminar/Symposium: papers. (Pittsburgh, 21-23 September, 1992). pp. 38-43.
3. Song L., Minku L. L. Optimising the software development process with artificial intelligence // Artificial intelligence in software project management. 2023. pp. 19-65. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-19-9948-2_2.

УДК 001.895

«MIRO» КАК ИНСТРУМЕНТ ПЛАНИРОВАНИЯ 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»

Один из наиболее сложных процессов на любом предприятии — это процесс создания инноваций. Каждый этап этого процесса имеет специализированный набор требований, методов и средств и с учетом ограниченности знаний компаний, необходимо составлять индивидуальный бизнес-процесс, описывающий инновационный процесс, для каждой отдельной компании [1]. Отсутствие кастомизации моделей инновационного процесса приводит к отклонению от запланированных этапов, срывам сроков, излишним затратам и неверным решениям.

Одним из эффективных инструментов планирования инновационного процесса является рабочее пространство «Miro». Платформа содержит специализированные наборы средств для всех этапов создания инноваций, от построения диаграмм и проведения семинаров до анализа кода, в едином интегрированном рабочем пространстве, в котором можно объединить всех сотрудников, задействованных в инновационном процессе.

«Miro» содержит огромное число шаблонов для проработки идеи на всем ее жизненном цикле. На начальных этапах создания инноваций часто применяется инструмент мозгового штурма, описать результаты которого бывает сложно, особенно в форме, доступной для каждого участника проекта, в качестве решения платформа «Miro» предлагает такие инструменты, как Customer Touchpoint Map Template, Fishbone Diagram Template, Mind Map Template и еще 31 шаблон [2]. В отношении R&D: Empathy Map Template, UX Project Canvas Template, Research Template и еще 66 шаблонов. Наиболее успешные модели инновационных процессов, основаны на гибких методологиях, поэтому для ведения подобных проектов необходимо использовать подходы семейства Agile, что также позволяет реализовать «Miro», включая и другие фреймворки для планирования, например, RACI Matrix Template, Go-to-Market Strategy Template и другие 146 шаблонов. Основным инструментом для кастомизации инновационного процесса являются нотации, однако для их использования нужна специализированная среда, которой также может выступать «Miro», позволяя реализовывать такие диаграммы, как UML, Swimlane (BPMN 2.0), Product Development Flowchart и др.

Перечисленные фреймворки позволяют адаптировать любую модель инновационного процесса под конкретную компанию, а также эффективно описать результаты встреч участников проекта, распределение обязанностей, задачи, пользовательские пути, стейкхолдеров, экосистемы, за счет быстроты создания, обусловленной удобным функционалом и подготовленной инфраструктурой, а также совместной работы в онлайне, которая лежит в основе успешного создания инновации. Платформа объединила уже более 60 млн. пользователей.

Важнейшим фактором является безопасность системы, особенно для крупных и международных компаний, работающих в строго регулируемых областях. Платформа обеспечивает корпоративную безопасность в соответствии с ISO-27001, включая использование SSO на базе SAML с обеспечением JIT, контроль по домене «белые списки» и интеграцию с сервисами по управлению безопасностью [2].

Дополнительным преимуществом является возможность настройки корпоративного аккаунта, что позволяет построить иерархию управления. Присвоение роли администратора участникам, дает им расширенное управление. Таким образом у администраторов появляется возможность управлять доступами к доскам, для обеспечения конфиденциальности и упрощения работы с внешними командами, а также отслеживать аналитику по пользователям системы и проектам, которые ведутся в ней.

Также система позволяет интегрировать любые приложения и использовать уже существующее в компании программное обеспечение в синергии с ней, формируя экосистему продуктов. Если среди 130 сервисов, уже интегрированных в «Miro», нет программы, используемой конкретной компанией, то у нее есть возможность разработать собственные интеграции и плагины используя API и ресурсы для разработчиков от «Miro».

Платформа «Miro» пользуется большой популярностью среди компаний, в том числе из списка Fortune 100, поэтому создатели инструмента продолжают активно развивать и вносить новый функционал. Сейчас в бета-версии работает ИИ-ассистент.

Гибкая система лицензирования позволяет легко масштабировать работу с платформой, используя неограниченное количество лицензий каждый квартал.

Эффективность использования «Miro», как инструмента для планирования процесса создания инноваций, подтверждается результатами, которых достигли компании. Так «PepsiCo», благодаря «Miro», сократила срок вывода на рынок нового продукта в 3,6 раз, а 80% сотрудников отметили, что платформа позволила повысить производительность труда [3]. «HP» и «CD PROJEKT RED» используют сервис для облегчения взаимодействия гибридных команд, которые находятся в различных офисах, а иногда и странах, что позволяет значительно упростить и улучшить взаимодействие участников, при этом сократив время на очные встречи.

Список литературы
1. Громов А.И. и др. Подход к построению модели инновационного процесса на платформе субъектно-ориентированной методологии // Бизнес-информатика. 2015. № 1 (31). С. 18-30.
2. Miro для компаний. URL: https://miro.com/ru/enterprise/ (Дата обращения: 22.04.2024)
3. Истории клиентов Miro. URL: https://miro.com/blog/customer-stories/ (Дата обращения: 22.04.2024)

УДК 621.74.07

ПРОБЛЕМА ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МАССОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Иванова-Годунова В.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
Ivanova-godunova@yandex.ru
Научный руководитель: Фалько С.Г.., д.э.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Аддитивные технологии (аддитивное производство -additive manufacturing) – метод создания трехмерных объектов, деталей или вещей путем послойного добавления материала.

Количество сфер, в которых на данный момент применяются аддитивные технологии, большое множество [1]. Строительство, машиностроение, судостроение, космонавтика, медицина и многое другое. Однако, по сравнению с традиционным производством, использование 3Д – печати ограничено.

Массовое производство — это производство больших объемов стандартизированной продукции, часто с использованием сборочных линий или технологий автоматизации. Массовое производство способствует эффективному производству большого количества аналогичных продуктов.

Традиционные технологии — это индустрия, ориентированная на изготовление продукции в больших объемах с использованием механической обработки и стандартных методов производства [2].

Для массового производства существуют важные аспекты, которые отражают преимущества традиционного производства:

1. Большая производительность — традиционные методы обладают высокой эффективностью, что позволяет массово производить изделия и обеспечивать высокий объем изготавливаемой продукции.

2. Широкий выбор материалов — традиционное производство предусматривает использование большого количества различных материалов, что позволяет выбирать наилучшие решения для конкретного изделия.

3. Экономическая эффективность — использование пресс-форм и стандартных производственных линий снижает затраты на производство.

Отсюда возникают проблемы внедрения аддитивных технологий в массовое производство:

- технические ограничения: аддитивные технологии позволяют создавать сложные геометрические формы, но при этом они все еще ограничены в скорости печати, размерах изготавливаемых деталей и материалах. Это затрудняет масштабирование процесса для массового производства.

- инвестиционные затраты: Оборудование и материалы для аддитивного производства требуют высоких инвестиционных затрат, что создает финансовые барьеры для малых и средних предприятий.

- стандартизация и сертификация: необходимость разработки новых стандартов и сертификационных процедур для аддитивного производства, а также адаптация нормативных

актов и технических стандартов, является важной проблемой при внедрении этих технологий в массовое производство.

- обучение и переподготовка кадров: внедрение аддитивных технологий требует обучения и переподготовки квалифицированных специалистов, способных работать с таким оборудованием и осуществлять процессы контроля качества.

- качество и надежность: Вопросы качества и надежности изделий, произведенных с использованием аддитивных технологий, играют ключевую роль при их внедрении в массовое производство. Поиск оптимальных материалов, процессов и стандартов качества становится важным аспектом.

Традиционное производство остается предпочтительным выбором для массового выпуска стандартных продуктов, требующих высокой производительности предприятия [2]. С другой стороны, аддитивное производство становится все более востребованным в областях, где важны индивидуальные решения, сложные геометрические формы и быстрые изменения в производственном процессе. В будущем можно ожидать слияния этих методов, где производители будут использовать гибридные подходы, объединяя преимущества обеих технологий для достижения максимальной эффективности и гибкости в производстве.

Список литературы

1. Коротченко А.Ю., Тверской М.В., Хилков Д.Э., Хилкова А.А. Применение аддитивных технологий при инжекционном литье деталей // Технический оппонент. 2020. № 1(6). С. 34-40. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_42549417_23379647.pdf (Дата обращения 01.05.2024)
2. Филиппова Н.В., Амирова Н.Р. Аддитивные технологии: 3D печать и массовое производство // Экономическое развитие в XXI веке: тенденции, вызовы и перспективы: сборник научных трудов VI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Казань, 31 мая 2018 года). Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. С. 80-84. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_36706854_29148843.htm. (Дата обращения 01.05.2024).

УДК 519.682

BI-ПЛАТФОРМЫ: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ БИЗНЕС-АНАЛИТИКИ В РОССИИ

Игнаткин Н.Е., студент
МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
nikitagnatkin@bmstu.ru
Научный руководитель: Бром А.Е., д.т.н., профессор
МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

В современном мире данные играют ключевую роль в принятии стратегических бизнес-решений. Благодаря развитию технологий компании имеют возможность собирать и анализировать большие объемы информации, что позволяет им лучше понимать своих клиентов, оптимизировать процессы и выявлять новые возможности для роста. В этом контексте BI-платформы становятся неотъемлемой частью бизнес-инфраструктуры, предоставляя компаниям инструменты для анализа и визуализации данных.

Пару лет назад российские компании пользовались зарубежными BI-решениями, зачастую это были платформы Power BI или Tableau. Однако из-за массового оттока иностранных BI-вендоров в 2022 году и прогрессирующего тренда на импортозамещение российские компании стали сотрудничать с отечественными производителями BI-платформ.

Уход Microsoft Power BI с российского рынка представлял собой серьезное испытание для многих компаний, которые использовали эту платформу для анализа данных и построения отчетов. Для российского бизнеса это очень сильный удар, поскольку около 90% отечественных компаний продолжают пользоваться продуктами Microsoft даже спустя полтора года со дня ее

ухода из страны и на фоне повсеместного импортозамещения. Но, российские разработчики не остались в стороне и предложили свои альтернативы, среди которых выделяются Visiology и DataLens.

Visiology – это мощная Российская платформа BI, которая предлагает инструменты для анализа больших объемов данных, создания сложных отчетов и дашбордов. Она также имеет интеграцию с различными источниками данных, что делает ее удобной для работы с разнообразными данными. Visiology также предлагает возможности для прогнозирования и оптимизации бизнес-процессов [1].

Согласно исследованиям, самая популярная BI-платформа – Microsoft Power BI. 33% пользователей в России предпочитают именно этот продукт. Как раз-таки одна из сильных сторон Visiology – упрощенная миграция с Microsoft Power BI. Использование схожего интерфейса и аналогичной графической модели данных, а также поддержка наиболее часто используемых операторов языка DAX (используется в Power BI) позволяют просто перенести уже накопленную экспертизу на новую платформу с минимальными затратами на переработку моделей и обучение персонала. В ноябре 2022 года компания показала на конференции ViRush, что перенести простой дашборд с Power BI на Visiology можно всего за 13 минут.

DataLens, с другой стороны, фокусируется на анализе данных в реальном времени и предоставляет возможности для быстрого принятия решений на основе актуальной информации. Сервис позволяет подключаться к различным источникам данных, строить визуализации, собирать дашборды и делиться полученными результатами. С помощью DataLens можно отслеживать продуктовые и бизнес-метрики напрямую из источников, чтобы принимать решения, основанные на данных [2].

В условиях постоянно меняющегося рынка необходимо выбирать наиболее подходящий инструмент для работы с данными, учитывая специфику бизнеса, потребности пользователей и требования к безопасности информации [3]. В данный момент в России наблюдается растущий интерес к использованию отечественных BI-платформ вместо зарубежных аналогов. Это связано с несколькими нижеперечисленными факторами.

Экономическая выгода: использование зарубежных BI-платформ часто связано с высокими затратами на лицензирование и обслуживание. В то же время российские BI-платформы предлагают более доступные цены и гибкие условия использования.

Безопасность данных: отечественные BI-платформы обладают высоким уровнем безопасности и соответствуют российским требованиям к защите данных. Это особенно актуально для компаний, работающих с конфиденциальной информацией.

Безопасность данных: российские BI-платформы активно развиваются и улучшают свои функциональные возможности, что позволяет им конкурировать с зарубежными аналогами.

Поддержка отечественной индустрии: использование отечественных BI-платформ способствует развитию отечественной IT-индустрии и укреплению экономической независимости России. Таким образом, переход с зарубежных BI-платформ на российские является актуальным и перспективным направлением развития бизнеса в России.

Список литературы

1. Официальный сайт платформы Visiology. URL: https://ru.visiology.su/why/migration (Дата обращения: 15.04.2024).
2. Официальный сайт Datalens. URL: https://datalens.tech/ (Дата обращения: 15.04.2024).
3. Смирнов А.В., Бром А.Е. Планирование производственной программы с учетом требований качества в условиях нечетких ограничений // Контроль качества продукции. – 2023. №5. С. 56–60. URL: https://ria-stk.ru/mos/adetail.php?ID=220724 (Дата обращения 15.04.2024).

УДК 004.9

АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕСА В СФЕРЕ ЛЕГКОВОГО ТАКСИ

Исаева Д.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
daraisaeva2006@gmail.com
Научный руководитель: Самохвалов А.Э., к.э.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

В докладе АНО «Международный Евразийский форум «ТАКСИ» выделены следующие факторы, затрудняющие реализацию региональных программ по развитию такси в разных субъектах РФ: проблемы в организации предрейсовых медицинских и технических осмотров, отсутствие фото- и видео- фиксации технических осмотров, отсутствие типового облачного решения по автоматизации контроля в сфере перевозок пассажиров и багажа легковыми такси [1].

Разработку информационной системы «Путевые листы» в рамках учебного курса «Теоретические основы информатики. Визуальное проектирование» автор начал с составления UML-диаграммы вариантов использования (use case), которая наглядно демонстрирует бизнес-процесс составления путевых листов с участием всех специалистов: водитель такси – лицо, составляющее запрос путевого листа; диспетчер – сотрудник компании, имеющий доступ к данным водителей и заказов, занимающийся составлением путевого листа; IT-специалист – лицо, обеспечивающее техническую и программную поддержку процесса составления путевого листа; медицинский работник – лицо, проводящее медицинский осмотр водителей; механик – лицо, проводящее технический осмотр автомашин; аналитик – специалист, занимающийся анализом причин, по которым водитель или автомашина не выпускаются на линию.

Составлена даталогическая модель организации базы данных, содержащая справочники водителей, автомашин, механиков, медработников и таблицы заказов, результатов медицинских осмотров водителей, результатов технических осмотров автомашин с фото- и видеофайлами, реестр оформленных путевых листов.

Схемы алгоритмов обработки данных оформлены согласно ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85), в том числе алгоритмы анализа причин нештатных ситуаций, возникших при подготовке рейсов.

Автор считает перспективным внедрение разработанных компонентов в ERP-систему предприятия и добавление нового модуля обработки изображений автомашин с применением алгоритмов, основанных на моделях искусственного интеллекта [2]. Теоретическая значимость работы может проявиться при ее использовании при проектировании государственной информационной системы легковых такси, требования к которой определены федеральным законом 580-ФЗ [3].

Список литературы

1. Доклад о состоянии транспортного обслуживания населения легковым такси в субъектах Российской Федерации. М. Автономная некоммерческая организация «Международный Евразийский форум «ТАКСИ» (АНО «МЕФТ»). – 2023. URL: https://www.anomeft.com/doklad_meft_2023.pdf (Дата обращения 01.05.2024)
2. Афанасьев Г.И., Крутов Т.Ю., Нестеров Ю.Г. Оптимизационные методы нейронных сетей для решения задачи бинарной классификации изображений // Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. Серия Естественные и Технические Науки. 2021. В. № 5-2. С. 68-76.
3. Федеральный закон «Об организации перевозок пассажиров и багажа легковым такси в Российской Федерации, о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации и о признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов

Российской Федерации» от 29.12.2022 № 580-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/ (Дата обращения 01.05.2024)

УДК 331.108

ГЕЙМИФИКАЦИЯ В БИЗНЕСЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УДЕРЖАНИЮ КЛИЕНТОВ И ПОВЫШЕНИЮ ВОВЛЕЧЕННОСТИ СОТРУДНИКОВ

Кабыщенко В.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
stix2014@mail.ru
Научный руководитель: Вашлаев А.Д., к.э.н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент

Проблема бизнеса с вовлеченностью клиента заключается в том, что многие компании сталкиваются с трудностями в удержании внимания и интереса клиентов. Это может быть вызвано недостаточной персонализацией предложений, отсутствием мотивации для взаимодействия с брендом, а также недостаточной коммуникацией с клиентами. Низкий уровень вовлеченности клиентов может привести к уменьшению продаж, потере лояльности и негативному воздействию на репутацию компании. Для решения этой проблемы бизнесы могут применять геймификацию.

Геймификация – это процесс привлечения аудитории, при котором берется лучшее от программ лояльности, игровых механик и поведенческой экономики [1].

Геймификация работает путем вознаграждения участников, и эти вознаграждения могут принимать разные формы. Примером того, как компании используют вознаграждения в стратегиях геймификации, может стать Макдоналдс. Макдоналдс придумал ежегодную игру «Монополия» для увеличения количества клиентов и продаж. «Монополия» позволила McDonald’s привлечь ранее колебавшихся покупателей, а постоянные клиенты при этом увеличили свои траты. Благодаря этой игре доходы McDonald’s в IV квартале 2011 года выросли за один месяц на 5,5%, что составляет примерно 350 миллионов долларов дополнительного дохода за 60 дней акции [2].

Примером использования геймификации для сотрудников может стать компания Tele2. Они разработали игру Walk The Talk. В Tele2 решили повысить клиентоориентированность и сделать так, чтобы проблемы пользователей решались как можно быстрее. Сотрудников разделили на команды (каждый регион — отдельная команда), которые должны были сражаться против инопланетян: находить и решать проблемы пользователей до того, как они сами обратятся в поддержку. Дополнительной мотивацией была игровая валюта, которую можно было обменять на призы [3].

Результат: в игре участвовало более 5 тысяч сотрудников, которые зарегистрировали более 5,5 тысяч проблем пользователей и на момент сбора данных решили более 5 тысяч из них. Уровень решаемости проблем — 90%. На решение проблемы у сотрудников уходило в среднем три дня.

В заключение, геймификация в любом виде обучения и в рабочих процессах необходима для повышения мотивации, осознанности и вовлеченности. Но ее нельзя назвать универсальным решением, которое позволит справиться со всеми проблемами бизнеса.

Разработать правильное игровое решение все еще сложно. А шаблонные решения, которые часто копируют конкуренты друг у друга, работают намного хуже. Поэтому на рынке геймификации, в сравнении с другими, почти нет универсальных агрегаторов и платформ, которые предлагали бы универсальные решения для бизнеса из самых разных сфер. Наоборот, в каждой отрасли есть свой лидер: в соцсетях, интернет-магазинах, CRM. Для каждого конкретного продукта и отрасли необходима своя геймификация, основанная на его особенностях.

Список литературы
1. Зикерманн Г., Линдер Д. Геймификация в бизнесе: как пробиться сквозь шум и завладеть вниманием сотрудников и клиентов. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. 272 с.
2. Макдоналдс Монополия: ежегодная игра для увеличения количества клиентов и продаж / Официальный сайт студии «Gamefication». URL: https://www.gamification-now.ru/cases/makdonalds-monopoliya-ezhegodnaya-igra-dlya-uvelicheniya-kolichestva-klientov-i-prodazh (Дата обращения: 27.04.2024).
3. 5 примеров геймификации для мотивации сотрудников / Офиц. сайт платф. Skillbox. URL: https://skillbox.ru/media/management/5_primerov_geymifikatsii_dlya_motivatsii_sotrudnikov/ (Дата обращения: 27.04.2024).

УДК 621.391

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ В МЕДИЦИНЕ: ТЕХНОЛОГИЯ, ПРИМЕНЕНИЕ, ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Каштанова Ю.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
kashtanovayulia128@mail.ru
Научный руководитель: Кашеварова Н.А., к.э.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Системам здравоохранения во всем мире в последние годы приходится решать проблемы, связанные со старением населения, ростом хронических и вирусных заболеваний [1]. В то же время развитие цифровых и телекоммуникационных технологий приводит к значительным изменениям во всех сферах жизни. Исследование компании Statista показывает, что к 2025 году в мире будет установлено почти 200 млн медицинских устройств IoT (Internet of Things). IoMT (Internet of Medical Things) – интеллектуальные объекты, которые содержат физические компоненты, такие как датчики и исполнительные механизмы, для определения внутреннего состояния объекта или внешней среды и выполнения определенных действий на основе собранных данных.

Основным принципом работы медтехники относительно это концепции является внедрение интерфейса передачи информации, позволяющего транспортировать огромные потоки данных, осуществлять мониторинг в режиме реального времени и передавать информацию в специализированные базы данных, которые способны автоматически принимать решения о медицинском обеспечении. Архитектура IoT в сфере медицины содержит 3 уровня, хотя иногда рассматривают пятиуровневую архитектуру. Первый уровень – это уровень восприятия. Сбор данных с помощью датчиков, устройств, которые могут воспринимать изменения в окружающей среде. Сенсорные технологии позволяют контролировать лечение в режиме реального времени и облегчают получение множества физиологических параметров пациента. Здесь используются стандарты IEEE 802.15.4 и IEEE 802.15.6. Следующий уровень – сетевой. Он включает проводные и беспроводные сети, которые передают данные, собранные на предыдущем уровне, на следующий. К нему относятся технологии связи ближнего действия, такие как RFID (Radio Frequency IDentification), беспроводные сенсорные сети, Bluetooth, Zigbee, Wi-Fi и др. Далее прикладной уровень – этап интерпретации и применения данных, пользователю предоставляется конкретная медицинская информация для оказания услуг. Дополнительно выделяют чувствительный слой и бизнес-слой.

Основа интернета вещей – датчики. Датчики пульса позволяют выявить остановку сердца, тромбоэмболию. Самый эффективный – PPG (photoplethysmograph) датчик, работает на основе фотоприемника и источника света. Существуют датчики частоты дыхания, они позволяют выявить, например, рак легких или туберкулез. Самый эффективный – датчик растяжения, он

устойчив к помехам из-за движения. Датчики температуры тела позволяют выявить лихорадку, тепловой удар. Чем ближе датчик к телу, тем выше точность. Существуют и датчики пульсоксиметрии, позволяющие выявить гипоксию. Принцип работы – сигналы PPG. Данные обрабатываются в туманных вычислениях, хранятся в облаке. Облачные технологии активно используются в IoMT, в частности, на чувствительном уровне. Они позволяют проводит анализ и хранение данных в облаке. Имеется проблема с задержкой, что не позволяет использовать их для неотложной медицинской помощи. В таком случае используются туманные вычисления. Туманные вычисления позволяют переносить обработку данных из облака к датчикам, что сокращает время ожидания. Это обеспечивается сетевыми и локальными шлюзами, узлами fog, похожими на мини-облако. Производится базовый анализ, имеющий решающее значение. Туманные вычисления применяются на уровне восприятия или на сетевом уровне. Сердце коммуникаций на сетевом уровне составляют беспроводные локальные сети WBAN (Body Area Network). Узел WBAN – это независимое устройство, которое обменивается данными [1].

Интернет вещей в медицине используется и разрабатывается в настоящее время. Разработанное Byteflies устройство SensorDot позволит оповещать пациентов о надвигающемся эпилептическом приступе. Канадские стельки Orpyx для больных периферической невропатией оповещают персонал об избыточном давлении на стопы, чтобы предотвратить травмы, лечение которых создает множество трудностей [2].

Интернет вещей в медицине сейчас претерпевает фазу своего активного и быстрорастущего развития. Но в то же время это развитие сдерживается рядом проблем, возникающих в ходе использования и разработки. Среди них отказоустойчивость, задержка, энергоэффективность, конфиденциальность. В России поддерживается развитие данной технологии. В 2019 году в Сколково был открыт центр инноваций и интернета вещей в здравоохранении [3]. Интернет вещей в медицине недостаточно развит, он не стандартизирован, это может являться причиной отказа от использования технологии организациями.

Список литературы

1. Ахтар Н., Рахман С., Садия Х., Первей Ю. Целостный анализ медицинского Интернета вещей (MIoT) // Журнал информации и вычислительной науки. 2021 № 11 (4). С. 109-222. URL: https://hal.science/hal-03226578/ (Дата обращения: 20.03.2024).
2. Потапова А.А. Технологии интернета вещей в здравоохранении и медицине // Вестник Российского нового университета. Серия: человек и общество. 2021. № 4. С. 37-47. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48137314_87491738.pdf (Дата обращения: 20.03.2024).
3. Аксенова Е.И., Горбатов С.Ю. Применение технологий интернета вещей в здравоохранении // Здоровье мегаполиса. 2021. №4. С. 101-113. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48137314_87491738.pdf (Дата обращения: 20.03.2024).

УДК 656.02

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОЕКТИРВОАНИЮ ЦЕПИ ПОСТАВОК ЭКСПОРТА ЗЕРНА ИЗ РОССИИ В АФРИКУ

Кланица С.Б., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
sofya.bk@yahoo.com
Научный руководитель: Найдис О.А., к.э.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

На сегодняшний день всё больше поднимается вопрос о плодотворном сотрудничестве России и Африки в области экспортных перевозок. Торговые взаимоотношения двух стран недостаточно развиты, зато имеют большой потенциал. Россия видит в Африке стратегического

партнера, поэтому объемы грузоперевозок со странами континента растут. Африканское направление интересует как импортеров, так и экспортеров.

Россия является одним из крупнейших производителей и экспортеров зерна в мире. По данным финансового портала «Финам», объем вывоза такого продовольственного товара из РФ в другие страны за последние 5 лет имеет положительную тенденцию – в среднем 43 млн. т. на 2018-2022 гг. и 60 млн. т. на 2023 г. [1]. В свою очередь зерно является одним из основных продуктов питания во многих странах Африки — это кладезь энергии и полезных веществ для всего населения. Многочисленные представители местных сообществ опираются на зерновые культуры в качестве ключевого источника пищи и дохода.

Однако несмотря на то, что потребность в зерне в Африке высока, производство этого продукта недостаточно для удовлетворения нужд населения. По этой причине африканские страны импортируют продовольственные товары. В среднем за 2019-2023 гг. ввоз зерна в Африку оценивается в 92 млн. т., когда как потребность в продукте составляет 100 млн. т. [2]

Несмотря на препятствия, которые могут возникнуть и на данный момент существуют, для африканских стран и РФ – это возможность укрепления торговых отношений, что приведет к экономическому росту и обмену опытом, содействие в развитии с/х инфраструктуры. Более крупные объемы импорта зерна из России могут способствовать снижению цен на продовольственные товары в Африке, делая их более доступными для населения и повышая пищевую безопасность. Все вышеперечисленное и определяет актуальность выбранной темы.

Разработку мероприятий по проектированию цепи поставок экспорта зерна в страны Африки стоит начать с детального рассмотрения сферы деятельности, рынка конкурентов и стран-партнеров предприятия, которое занимается закупкой или производством, продажей продовольственного продукта. Этот этап необходим для определения возможных угроз и возможностей компании в выбранном направлении, получения ответа на вопрос: соответствует ли то, чем планирует заниматься организация, её стратегическим целям?

Определив потребность в зерне у Африки, компании N необходимо задуматься о экспорте продовольствия, проанализировав рынок логистических посредников. Последовательность действий при исследовании рынка закупаемой продукции и выборе релевантного поставщика описана в книге Дыбской В.В. «Логистика» [3]. У алгоритма, адаптированного под отбор логистического посредника, следующие этапы: 1) решение задачи МОВ («Делать или покупать»); 2) определение типа логистического посредника; 3) анализ рынка логистических посредников; 4) предварительная оценка потенциальных логистических посредников; 5) окончательный выбор логистического посредника. Предварительная и окончательная оценка может производится с помощью таких методов как: метод рейтинговых оценок, категорий предпочтений, доминирующих характеристик и затратно-коэффициентным методом. По результатам исследования выбирается наиболее релевантный поставщик или логистический посредник.

Проектирование цепи поставок до Африки включает в себя несколько «узлов», а именно определение и обоснование маршрута: от предприятия до порта в РФ, от порта в РФ до порта в Африке, распределения по Африке по заданным пунктам назначения.

Распределение груза по африканскому континенту возможно с помощью решения задачи о коммивояжере, выбрав приоритетный критерий. Поскольку в данном случае - в условии высокого уровня неопределенности - стоимость и время рассчитать нельзя, приоритетным критерием может служить расстояние от одного заданного пункта до другого. Продукция прибудет в порт Дакар и Лагос. Из п. Дакар распределится в адрес Сенегала (западная часть континента), часть контейнеров останется на западе (в Сенегале и Мали). Остальной же груз направится в Габон и далее по Центральной Африке через п. Лагос.

Спроектировав общую цепь поставок в результате проведенных исследований, в качестве заключительного мероприятия необходимо определить риски: факторы, причины и вероятность возникновения, а также оценить возможный ущерб.

Список литературы
1. Россия стала лидером по экспорту пшеницы – основные бенефициары // Финам: новости и комментарии. 2023. 23 сент. URL: https://www.finam.ru/publications/item/rossiya-stala-liderom-po-eksportu-pshenitsy-osnovnye-benefitsiary-20230923-1230/#:~:text=Россия%20стала%20мировым%20лидером%20по,объему%20отгрузок%20зерновых%20только%20Бразилии (Дата обращения: 01.04.2024);
2. Российский Союз экспортеров оценил необходимый Африке объем зерна / Прайм: информ. агентство. 2022. 8 сент. URL: https://1prime.ru/20220908/838049188.html (Дата обращения: 01.04.2024);
3. Дыбская В.В., Сергеев В.И. Логистика: учебник для вузов / под общей редакцией В.И. Сергеева. Москва: Издательство Юрайт, 2024. 657 с. URL: https://urait.ru/bcode/535099 (Дата обращения: 03.04.2024).

УДК 331.103

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИБКОЙ МЕТОДОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Кондрацкий А.О., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
a.kondratsky@mail.ru
Научный руководитель: Куняев Н.Е., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Сегодня в сфере информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) всё больше используется гибкая методология разработки (Agile) программного обеспечения для организации многих проектов в различных отраслях экономики России. Это относительно новая тенденция, которая направлена на усовершенствование процессов при производстве различных продуктов и представляет собой альтернативу классическим методам управления. Исходя из названия данной методологии, ее основное преимущество выражается в обеспечении гибкости алгоритма работы, когда сотрудники не руководствуются соответствующим планом, а ориентируется на наиболее важные в данный момент задачи и могут переключаться между ними в рамках одного проекта.

Существует Agile-манифест (Agile Manifesto), который описывает 4 основополагающие ценности и 12 принципов. Их суть сводится к тому, чтобы в процессе работы проектной команды исключить излишнюю формальность, а также возникающий большой объём документации и больше опираться на взаимодействие между людьми и готовность к изменениям [1].

Сегодня в сфере ИКТ наиболее популярной и самодостаточной реализацией Agile является её фреймворк Scrum, который определяет структуру управленческой системы. Одной из его особенностей является соответствующий состав проектной команды, в который входят следующие работники (роли):

- *Product Owner* – сотрудник, ответственный в целом за весь продукт;
- *Scrum Master* – координатор, отвечающий за соблюдение Scrum-принципов и поддержание командного духа;
- *Development Team* – команда, разрабатывающая функционал продукта в течение спринта (временной интервал длительностью в среднем от 1 до 4 недель).

Отмеченные выше роли размыты и условны: нет выше- и нижестоящих, то есть сотрудники могут выполнять смежные обязанности в зависимости от масштабов и внутренних распорядков компании. Поэтому процесс внедрения Agile может осуществляться различными способами, в том числе по принципу “ShuHaRi”, включающему в себя 3 этапа [1]:

1. Подготовка организации к трансформации:
- сбор и анализ основной информации о компании;

- изучение и описание текущих бизнес-процессов;
- принятие решений о запуске или завершении проектов;
- составление, приоритезация и балансировка портфеля проектов;
- формирование знаний об Agile у сотрудников.

2. Внедрение Agile-методов:
- создание проектов, управляемых по Scrum;
- использование метода Kanban и применение базовых практик экстремального программирования в выбранных проектах.

3. Дальнейшее развитие:
- масштабирование гибкой методологии на другие проекты и команды;
- полный переход на гибкую структуру управления;
- изменение перечня используемых инструментов, исходя из потребностей организации.

При использовании гибких инструментов Agile команда создает приложение по итеративно-инкрементальной модели, что позволяет эффективно обмениваться опосредованными коммуникациями со всеми заинтересованными лицами и своевременно вносить необходимые корректировки. Такой подход к управлению разработкой помогает избежать многих рисков [2]. Также Agile можно рассматривать как философию или же систему установок (рекомендаций), которые проектной команде следует использовать в своей основной деятельности.

Таким образом, успешное внедрение Agile-методов может повысить управляемость рассматриваемой организации с фиксированием приоритетов на основе [3]:
- прозрачности процессов работы;
- повышения согласованности бизнес- и IT-составляющих;
- улучшения качества продуктов и ускорения поставки продукта заказчикам.

Указанные нами выше особенности механизма внедрения охватывают основные Agile-методы, которые могут быть дополнены сторонними практиками. Полноценный переход компании на Agile является ресурсоемким и комплексным процессом, затрагивающим её организационную структуру. Подробно данная проблематика будет рассмотрена в наших следующих исследованиях на эту тему, которые будут учитывать соответствующие опросы сотрудников конкретных компаний.

Список литературы

1. Вольфсон Б. Гибкие методологии разработки. 2012. URL: https://strategium.space/wp-content/uploads/2018/07/Gibkie-metodologii.pdf (Дата обращения 23.04.2024).
2. 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 23.04.2024)
3. Отчет об исследовании Agile в России 2022. URL: https://agilesurvey.ru/report22#full (Дата обращения 23.04.2024)

УДК 330.45:519.2

ИННОВАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ВЫБОРОМ ОПТИМАЛЬНЫХ СТРАТЕГИЙ В КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЯХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Костырин Д. Е., ученик
ГБОУ СОШ № 2116.
kostyrin.d.e@gmail.com,
Розанов Д.Г., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
daniilrozanov@mail.ru
Научный руководитель: Баланцев А.Б., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Школа имеется на жизненном пути каждого жителя страны. В настоящее время в России в учебном процессе участвуют около 19 млн человек. Каждый участник процесса «возлагает» на школу свои индивидуальные надежды, в соответствии с которыми устанавливает приоритеты в обучении. Приоритеты участников могут не совпадать и часто не совпадают. Таким образом, имеется конфликтная ситуация, которая влияет на результативность и эффективность всего учебного процесса.

Для грамотного управления конфликтами необходимы научно обоснованные методы. Такие методы разработаны в рамках специализированной математической теории конфликтных ситуаций – теории игр. Математическая модель конфликтной ситуации называется игрой, стороны, участвующие в конфликте, – игроками, а исход конфликта – выигрышем. Ключевым понятием теории игр является платёжная матрица или матрица игры, элементами которой являются выигрыши, соответствующие стратегиям игроков.

Анализ ситуации показал, что взаимодействие участников в учебном процессе может быть представлено в виде бескоалиционной, конечной, несимметричной, параллельной, антагонистической, стратегической игры [1]. Для определения платёжной матрицы в парной игре «ученик-учитель» с помощью инструмента «Google Формы» была разработана анкета и проведен опрос о приоритетности целей и ценностей в школьном образовании «Элементы качества в образовании». Респонденты оценивали значимость для них категорий «знания», «оценки», «время», «карьера». По итогам обработки ответов, определены результаты взаимодействия игроков при различных выбираемых ими стратегиях.

Верхняя и нижняя цены игры не совпадают, следовательно, оптимальная чистая стратегия в данной игре отсутствует, а решение следует искать в смешанных стратегиях. Поиск оптимальной стратегии для ученика сводится к решению задачи линейного программирования [2]. С использованием встроенной в программный продукт MS Excel процедуры «Поиск решения» [3] получены следующие результаты: цена игры (гарантированный выигрыш ученика) составила 7,2; оптимальной смешанной стратегией в конфликтных ситуациях между учеником и учителем в процессе обучения будет использование чистых оптимальных стратегий ученика со следующими вероятностями: стратегия 1 «Оценки» – 27,38%, стратегия 2 «Знания» – 23,36%, стратегия 3 «Время» – 29,62% и стратегии 4 «Карьера» – 19,64%.

В результате исследования разработан опросник о приоритетности целей и ценностей в школьном образовании, осуществлена практическая реализация инновационных моделей управления выбором оптимальных стратегий в конфликтных ситуациях в процессе обучения, в том числе найдена оптимальная стратегия для ученика в игре с учителем. Предложенная модель позволяет увеличить выигрыш для ученика и уменьшить проигрыш учителя. Подход может быть использован для других участников учебного процесса, а также может быть распространен на другие виды деятельности.

Список литературы
1. Костырин Е.В., Баланцев А.Б., Костырин Д.Е. Инновационная модель управления выбором оптимальных стратегий в конфликтных ситуациях в процессе обучения // Экономика и предпринимательство. 2023. № 6. С. 1311-1317. DOI: 10.34925/EIP.2023.155.6.247.
2. Кремер Н.Ш., Путко Б.А., Тришин И.М., Фридман М.Н. Исследование операций в экономике: учеб. пособие для вузов / под ред. Н.Ш. Кремера. М.: ЮНИТИ, 2002. 407 с.
3. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа: практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2008. 464 с.

УДК 303.09:336.6

МЕТОД РЕАЛЬНЫХ ОПЦИОНОВ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В РОССИИ

Косырьков С.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
stepankosyrkov@gmail.com
Нагайцев Д.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
nagaytsev_den@mail.ru
Научный руководитель: Баланцев А.Б., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Оценка эффективности проектов является одной из наиболее востребованных практических областей финансового менеджмента. Настоящая работа ставит целью исследование современных подходов к определению эффективности инвестиций в инновационные проекты в России. В силу значительных колебаний выгод проектов в зависимости от экзогенных рыночных факторов, обусловленных деловой средой России, степень неопределенности результатов данных проектов увеличивается настолько, что становится финансово значимой и подлежит оценке при планировании [1]. Так, релевантная оценка инновационных проектов состоит в совместном использовании метода дисконтированных денежных потоков и метода оценки реальных опционов (далее – ROV). ROV, имея ряд уточнений в методике, позволяет приблизить планирование к реальным сценариям инвестиционной деятельности и более точно оценить выгоды той или иной инициативы. В работе исследуются наиболее целесообразные подходы к оценке стоимости реальных опционов в условиях российской бизнес-среды.

Опцион в широком смысле слова – договор между двумя сторонами о праве владельца опциона совершить сделку с базовым активом по заранее оговоренной цене. Рассмотрение опционов в бизнесе или проекте полезно с точки зрения финансового моделирования, так как позволяет включить в модель имитацию принятия управленческих решений и учесть премии к доходности проекта, несмотря на высокий уровень неопределенности. Метод реальных опционов учитывает гибкость поведения инвестора, добавляя опцию отказа от реализации проекта и фиксации текущих выгод/убытков инвестора; метод реальных опционов предполагает оценку премии за неопределенность путем расчета математического ожидания денежных потоков благоприятного и неблагоприятного исходов; метод реальных опционов позволяет динамически оценить потенциальные выгоды инвестора по мере накопления информации

Оценка стоимости реальных опционов является значимым методом уточнения оценки проектов, в том числе учитывающим волатильность бизнес-среды. Наиболее трудоемкой частью оценки ROV является учет возможных сценариев поведения цены базового актива. Существует множество подходов к оценке ROV. Для выявления наиболее подходящего под российские

реалии метода было принято решение рассмотреть три подхода ценообразования реальных опционов: модель Блэка-Шоулза, метод Монте-Карло и Биномиальную модель [2].

Модель Блэка-Шоулза предлагает оценку опционов европейского типа без дивидендов с помощью аналитического учета неопределенности путем моделирования будущей доходности базового актива в рамках допущения о движении цены актива подобно движению частицы в геометрической модели броуновского движения. Существенным ограничением модели, применительно к оценке российских рискованных технологических проектов, видится оговорка на вид исполняемого опциона. Также модель требует точной даты принятия решения об исполнении опциона для расчета эффекта. Поэтому для России модель Блэка-Шоулза может быть полезна в качестве первой итерации расчета или уточнения полученного NPV при невозможности применения более трудоемких методов ROV.

Биномиальная модель строится на прогнозе сценариев реализации проекта. Преимуществом методики является её понятность, также модель удобно визуализировать, что может быть полезно при презентации проекта. Современные BI-системы предлагают качественное отображение бинарных деревьев в рамках стандартной функциональности, что определенно положительно сказывается на охвате метода. Модель проста в модификации, что дает возможность ее применения для высоко рискованных решений, и дает более точную оценку множества факторов неопределенности [2]. Однако высокая чувствительность к косвенно вычисляемым показателям, которые зачастую оцениваются нетривиально, ведет к ограниченности использования метода, либо (при экономии на косвенных вычислениях) к потерям точности.

Метод Монте-Карло объединяет преимущества вышеперечисленных моделей: простота определения параметров модели Блэка-Шоулза для получения оценки ROV и сценарный подход Биномиальной модели для получения всего диапазона оценок. Таким образом, можно получить высокую точность при меньших трудозатратах по сравнению с Биномиальной моделью. Заметим, что модель все еще может значительно искажать оценку стоимости опционов для сверхволатильных проектов из-за допущения о свободных блужданиях цены базового актива, которое не свойственно реальным проектам. Тем не менее многократный расчет уменьшает риск совершения ошибки, а возможность реализовать опцион в течение срока использования позволяет учесть инструменты менеджмента противодействовать неблагоприятным факторам деловой среды. Модель требует высоких вычислительных мощностей. Также отметим, что оценки ROV методом Монте-Карло может быть автоматизирована, так как имеется аналитическая формула для расчета оценок, а также развиты способы программирования имитационных моделей на основе деревьев сценариев [3].

Таким образом, ROV позволяет получить более обоснованную оценку инновационного проекта по сравнению с DCF-методом. В условиях инвестирования российских инновационных проектов данный метод позволит более внимательно подходить к оценке, на первый взгляд убыточных проектов, что крайне важно для развивающейся экономики. С другой стороны, высоко рискованный характер российский рынков предъявляет дополнительные требования к выбору конкретной модели ROV. Исходя из рассмотренных преимуществ и ограничений подходов, рекомендуется для оценки эффективности инновационных проектов использовать метод Монте-Карло.

Список литературы

1. Лимитовский М.А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках: учебное пособие для вузов. 5-е изд. Москва: Юрайт, 2024. 486 с.
2. Гинзбург М.Ю., Прончатова-Рубцова Н.Н. Проблемы применения метода реальных опционов при оценке инвестиционных проектов на примере биномиальной модели // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2012. №18. С. 14-18.
3. Покутний В.И. Оценка стоимости опционов. Сравнительный анализ модели Блэка-Шоулза и метода Монте-Карло // Научные записки молодых исследователей. 2014. №3. С. 34-35.

УДК 658.7

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНФОРМАЦИОННОЙ ЛОГИСТИКЕ

Кузнецова Е.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
kev21b100@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Герцик Ю.Г., д.э.н., к.б.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

В настоящее время мощные потоки различной продукции перемещаются от производителя к потребителю. Расширение номенклатуры продукции из года в год создает почву для ужесточения требований к качеству процессов ее продвижения: процессы должны быть быстрее, точнее, экономичнее. Информация играет ключевую роль в эффективном использовании материальных ресурсов. Она является неотъемлемой частью процесса принятия управленческих решений и формулирования стратегий по управлению ресурсами.

Для обеспечения оптимальной эффективности в процессе передачи сигнала к конкретной точке необходимы информационные системы, интегрированные в логистические системы с целью обеспечения быстрой и экономичной передачи информации. Построение информационных логистических систем и работа с ними изучаются информационной логистикой [1].

Внедрение современных инновационных технологий, таких как технология радиочастотной идентификации, биометрия и штриховое кодирование, открывает большие возможности для оптимизации информационной логистики на предприятии.

В этой работе будут рассмотрены некоторые из наиболее распространенных цифровых технологий, которые сейчас активно развиваются и уже оказывают существенное влияние на развитие логистических систем.

RFID (Radio Frequency IDentification) — это технология, которая позволяет автоматически идентифицировать объекты с помощью радиосигналов. Данные об объекте записываются на специальные RFID-метки, которые можно считывать с помощью специальных устройств. В памяти RFID- метки хранится её уникальный номер и пользовательская информация: дата изготовления, предприятие-производитель, объем груза, номер партии и т.д.

Сфер использования технологии радиочастотной идентификации становится все больше. RFID преимущественно востребована при проведении учета перемещения объектов, принятии управленческих решений, а также в автоматизации работы предприятия [2].

Технология биометрической идентификации представляет собой метод распознавания личности с использованием цифровых биометрических данных, таких как лицо, отпечаток пальца, радужная оболочка, голос и другие. Важными характеристиками биометрических данных являются их универсальность, уникальность и возможность сбора информации для последующей идентификации.

В последнее время применение биометрии актуально в сфере информационной безопасности. Биометрические системы контроля доступа становятся все более распространенными благодаря снижению их стоимости. Ценность информации настолько высока, что организации стараются обеспечить ее безопасность.

Для идентификации товара также используются штриховые коды. Штрихкод представляет собой графическое изображение цифрового номера товара по уникальной системе EAN/UCC-13 (European Article Numbering Association - EAN/ Uniform Code Couneil - UCC). Код изображается в виде чередующихся черных и белых полос различной толщины, носящих информацию из 13 цифр.

Размещение штрихового кода на упаковке способствует созданию эффективной системы трекинга товаров от упаковочной линии до склада розничного магазина. Применение технологии

автоматизированного распознавания штриховых кодов в логистике значительно улучшает управление потоками материалов на всех этапах логистического процесса [3].

Рассмотренные цифровые технологии способствуют полной автоматизации процесса идентификации объектов, проведения инвентаризации и осуществления операций с товарами, минимизируя влияние человеческого фактора.

Список литературы

1. Дроздова Ю.А. Информационная логистика как самостоятельная научно-прикладная область экономики // Национальная ассоциация ученых. 2015. № 2-1 (7). С. 67-69.
2. Якупова Е.А., Филиппова К.В. Цифровые технологии идентификации и отслеживания грузов в логистических системах // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. № 2-3. С. 43-45.
3. Кухарева Г.А., Казиевас Н., Цымбал Д.А. Технологии штрихового кодирования для задач лицевой биометрии: современное состояние и новые решения // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018. Т. 18. № 1. С. 72-86.

УДК 378

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММ УЧЕБНЫХ ЦЕНТРОВ

Максимушкина П.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
polyamaks@mail.ru
Царевский О.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
T1sarevskiy@yandex.ru
Научный руководитель: Костырин Е.В., д.э.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Актуальность темы курсов повышения квалификации и дополнительного образования сложно недооценить, к примеру: в России насчитывается более 1,2 миллиона школьных учителей, 154 тысячи преподавателей и мастеров среднего профессионального образования, более 178 тысяч преподавателей вузов и 620 тысяч педагогов, работающих с дошколятами. Кроме того, в России работают 211 тысяч педагогов дополнительного образования. Всего более 2,3 млн. человек.

Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» гласит, что педагоги должны проходить повышение квалификации не реже одного раза в три года. При усредненном значении стоимости курсов в 50 000 рублей, получаем 115 млрд. рублей каждые 3 года, либо 38 млрд. рублей в год. Для сравнения, средняя стоимость строительства 1 кв. м в новостройках в России составляет 49,5 тыс. руб. Это означает, что каждый год преподаватели могли бы строить 100 17-ти этажных многоквартирных домов, в которых с комфортом могут проживать 25 000 человек.

В работе была рассмотрена экономическая эффективность повышения квалификации на примере 8 учебных центров: 4х по направлениям подготовки в сфере услуг и 4х в сфере бизнеса. Для анализа были выбраны следующие параметры: стоимость обучения, длительность прохождения курсов, прирост заработной платы после обучения и соответствующий прирост налоговых отчислений, а также срок окупаемости курсов, рассчитан показатель NPV (Net Present Value).

В сфере услуг представлены следующие направления подготовки и соответствующие им учебные центры:

- Психология - «Международный онлайн-институт психологии Smart» и «Институт прикладной психологии в социальной сфере»;

- Косметология - «Дом Русской Косметики»;
- Дефектология - «Логопед Мастер».

Анализируя данные учебные центры, был сделан ряд выводов:

1. Из-за высокой стоимости курсов (119 000 рублей для международного онлайн-института Smart и 129 000 рублей для института прикладной психологии), повышение квалификации по специальности психология показывает меньший рост NPV (213 и 256 тысяч соответственно) относительно других специальностей, имеющих гораздо меньшую стоимость обучения. (59 000 рублей для института косметологии и 60 000 рублей для учебного центра «Логопед Мастер»)
2. Повышение квалификации по специальности косметология, благодаря короткому сроку обучения, позволяет быстро вернуть потраченные средства и также быстро увеличить денежный поток (до 387 000 рублей), что является самым безрисковым вложением средств в обучение среди рассмотренных программ.
3. Самым оптимальным вариантом оказалось обучение по программе Дефектология в учебном центре Логопед Мастер. Несмотря на длительное обучение (1000 часов), выпускники получают диплом с присвоением соответствующей квалификации, что позволяет им рассчитывать на существенный прирост заработной платы (на 31 000 рублей) и, как следствие, денежного потока. (на 442 700 рублей).

Повышение квалификации в сфере бизнеса и финансовой сфере является необходимым условием для успешной карьеры и эффективной работы специалистов в этих областях.

В работе были рассмотрены следующие направления обучения:

1. Финансовый менеджмент – курсы в учебном центре «Московская Бизнес-Школа (Moscow Business School)» и «Бизнес-школа RMA»;
2. Страховая деятельность – «Международная академия бизнеса «Iab»;
3. Финансовый анализ – «Новый Бизнес-Университет».

Анализируя данные учебные центры, был сделан ряд выводов:

1. Из-за высокой стоимости курса в Московской Бизнес-Школе (119 000 рублей), повышение квалификации по специальности финансовый менеджмент показывает меньший рост NPV относительно других специальностей (71654 рублей);
2. В данном исследовании Новый Бизнес-Университет показал лучший результат не только из-за выгодной стоимости обучения (59 000 рублей), но также из-за востребованности направления финансового анализа;
3. Бизнес-школа RMA более эффективна для прохождения курса по направлению «финансовый менеджмент», чем Московская Бизнес-Школа;
4. Наиболее эффективный центр – Новый Бизнес-Университет с направлением подготовки «финансовый анализ». NPV за 3 года – 178 969 рублей.

УДК 339.13

МОДИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ Ф. КОТЛЕРА В РАМКАХ СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

Маломуж А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
angelina.malomuzh@list.ru
Научный руководитель: Сидорова С.А., к.э.н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Термин «маркетинг» обозначает процесс управления и планирования деятельностью компании, который направлен на удовлетворение текущих и потенциальных потребностей клиентов. Питер Друкер – один из главных теоретиков менеджмента – однажды сказал: «Цель маркетинга состоит в том, чтобы настолько хорошо понять клиента и его потребности, чтобы

продукт идеально подходил ему и продавался сам по себе» [1]. Таким образом, отправной точкой маркетинга являются человеческие потребности и желания.

Ф. Котлер разработал модель «стимул-реакция» для более глубокого изучения воздействия маркетинговой стратегии компании на поведение потребителя [2]. Эта модель состоит из трех частей. Первая часть – это маркетинговые стимулы, которые компания использует для привлечения покупателей. Вторая часть – это «черный ящик», отражающий процесс восприятия информации потребителем. Третья часть – это реакция покупателя, которая представляет собой результат воздействия стимулов на потребителя. Предлагается рассмотреть эту модель в рамках социально-психологической среды. Основным предметом анализа выступает влияние на покупательское поведение личностных стимулов (потребности и желания) покупателя, а не стимулов компании.

У каждого человека имеются свои потребности, которые составляют его покупательское поведение: материальные, духовные и социальные [1]. Их характер определяет вид спроса на товар. Изучая потребности клиентов, американский экономист Х. Лейбенстайн выделил следующие виды спроса: функциональный и нефункциональный. Функциональный спрос обусловлен потребительскими качествами товара. Нефункциональный спрос возникает у потребителя не из-за потребительских характеристик продукта, а под влиянием других факторов. Данные виды спроса в модели распределены по двум группам. Так как воздействующие на спрос стимулы могут являться как внутренней, так и внешней потребностью индивида.

Спрос является первым звеном из трёх в модели поведения покупателя. Вторым звеном является «черный ящик», а третьим – тип потребителя и его покупательская стратегия. «Черный ящик» покупателя – это процесс принятия решения о покупке товара или услуги, на который влияют принципы и личностные характеристики покупателя. Принципы, на основе которых потребители выбирают товары и услуги, обусловлены следующими факторами: культурными, социальными, личностными и психологическими [2]. Для определения более точной стратегии потребителя «черный ящик» можно рассматривать в рамках двух социально-психологических пространств: в реальном (объективном) и в ментальном (субъективном) [3]. Реальное пространство – это окружающая человека действительность. В ней объекты обладают свойствами, качествами, функциями, которые не зависят от восприятия человека. Ментальное пространство отличается от реального тем, что включает в себя субъективные координаты: значения, смыслы, ценности. Эти характеристики являются значимыми только для конкретного человека и определяются исключительно его собственным ценностным восприятием.

Третье звено модели – это определение типа потребителя и его стратегии. Основываясь на анализе вышеперечисленных факторов «черного ящика», выделяют следующие типы потребителей: обыватели, гедонисты, интеллигенты, карьеристы, новаторы. Исходя из определенного типа, можно определить более точную реакцию покупателя в процессе принятия им потребительского решения.

Данная модифицированная модель покупательского поведения помогает более детально получать знание о причинах изменения стратегий потребления. Анализ факторов, влияющих на поведение покупателя, является основой успешной маркетинговой деятельности и позволяет эффективно адаптировать продукцию к потребностям клиентов.

Список литературы

1. Белявцев М.И. Иваненко Л.М. Маркетинг: учебное пособие. Донецк: Изд-во Донецк, 2003. 340 с.
2. Котлер Ф. Основы маркетинга. СПб.: Изд-во ООО «Диалектика», 2020. 752 с.
3. Журавлёв А., Купрейченко А. Психологическое и социально-психологическое пространство личности: теоретические основания исследования // Психологические науки. 2012. №2. С. 10-18.

УДК 339

ПРИМЕНЕНИЕ DATA LAKE КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ

Мирохина Д.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
mirokhina_d@mail.ru
Научный руководитель: Дробкова О.С., к.э.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Data Lake (DL, озеро данных) – это хранилище, содержащее в себе необработанные данные в их собственном неупорядоченном формате. Впервые оно было использовано в промышленности для хранения данных, собранных из разнородных источников, внутренних и внешних по отношению к компании. Информация может быть как из CRM- или ERP-систем, продуктовых каталогов, так и из банковских систем или датчиков умных устройств — любых программ, которые использует предприятие. Сведения, собираемые в озере, могут храниться длительный срок до момента востребования в будущем [1].

Существует два способа хранения данных – хранилище данных (DW, Data Warehouse) и озеро данных (Data Lake). Подходы различаются, во-первых, исходными данными: в Data Lake они неструктурированные, а в Data Warehouse – преобразованные, отсортированные, структурированные. Во-вторых, Data Warehouse отличается отсутствием у хранилищ адаптации для анализа больших объемов данных, так как Data Warehouse способны отвечать только заранее определенным требованиям. Напротив, Data Lake предполагает глубокую аналитику и машинное обучение, что позволяет командам формировать различные специфические отчеты и прогнозы и находить неявные закономерности. Кроме того, стоимость озера данных значительно меньше хранилища данных. Data Lake проще настроить и масштабировать. Еще одним существенным аспектом является следующее: некоторая информация теряется в процессах ETL (Extract, Transform, Load, процесс объединения данных из нескольких источников в одном центральном хранилище), а стоимость хранилища растет в геометрической прогрессии из-за требований повышения производительности, роста объема данных и сложности самой базы [2]. Чтобы справиться с проблемами большого количество информации и недостатками DW, Джеймс Диксон, основатель и бывший технический директор компании Пентахо, выдвинул концепцию озера данных (DL). Он описал ее как большой водоем в своем естественном виде, в отличие от хранилища данных, которое можно представить как бутылку с очищенной водой, готовой к употреблению.

Архитектура озера данных в большинстве источников подразделяется на две основные концепции высокого уровня: прудовая и зональная архитектуры. Архитектура pond (прудовая) разделяет поступающие данные по их статусу и использованию. В частности, поступающие данные сначала хранятся в пруду сырых данных, затем преобразуются и, по возможности, перемещаются в пруд аналоговых данных, пруд прикладных данных или пруд текстовых данных для дальнейшей подготовки к аналитической обработке. Ценные данные надолго сохраняются в архивном хранилище. В свою очередь, зональная архитектура разделяет жизненный цикл каждого набора данных на различные этапы. Например, могут существовать отдельные зоны для загрузки данных и проверки их качества, хранения необработанных данных, хранения очищенных и проверенных данных, обнаружения и изучения данных или использования данных для анализа бизнеса/исследований [2].

Сфера применения озера данных (Data Lake) крайне велика. Отдельно можно выделить омниканальный маркетинг: приложения собирают информацию о действиях пользователя, а озера данных позволяют оперативно ее получать. На основе этой информации генерируются специальные предложения или персонализированные скидки. Например, стриминговый сервис Netflix, Inc. получает данные о просмотренных пользователями фильмах и сериалах. Цифровая цепочка поставок также собирает большие объемы данных. Благодаря Data Lake производитель

может объединить их и анализировать. Одним из первых пользователей Data Lake в промышленности стал международный производитель техники General Electric. Одной из самых обширных сфер выступает интернет вещей (IoT). Он непрерывно расширяется за счет многочисленных датчиков, отслеживает передвижение транспорта, безопасность его эксплуатации, расход топлива и другое. Например, сервис доставки и такси Uber с помощью Data Lake следит за своими автомобилями [3].

Для успешного использования озера данных необходимо учитывать ряд особенностей хранилища, основными из которых является обязательный строгий контроль за поступающей информацией: Data Lake содержит необработанные данные в неструктурированном виде, потому способно стать «болотом» – беспорядочным и неуправляемым набором данных, также в озеро сложно внедрить политику безопасности. Это приводит к невозможности гарантии конфиденциальности информации, хранящейся в Data Lake [2].

С целью предотвращения подобных случаев в компании необходим специалист, который будет обрабатывать некачественные и повторяющиеся данные. Наиболее часто используемые на промышленных предприятиях облачные решения, следующие: Amazon S3, Google Cloud Storage, Azure Data Lake Storage Gen 2. Они предоставляют инструменты и технологии, которые позволяют повысить безопасность озера данных, создать слой метаданных и управлять доступом к информации внутри команды, также они обладают возможностями динамически масштабировать пространство хранения и вычислительную мощность, что приводит к экономии затрат на ресурсы.

Разработка новой технологии Data Lakehouse, являясь современным гибридным решением, направлена на устранение недостатков, которыми обладают Data Lake и Data Warehouse. Новая открытая архитектура использует лучшие элементы хранилища данных и сочетает их с масштабируемостью, гибкостью и низкой стоимостью озера данных [1].

Список литературы

1. Spatial big data architecture: From Data Warehouses and Data Lakes to the LakeHouse / Официальный сайт информационно-образовательного портала ScienceDirect. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2023.02.007
2. Data Lakes: A Survey of Functions and Systems / Официальный сайт информационно-образовательного портала IEEEXplore. URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/10107808 (Дата обращения 11.03.2024)
3. Data lakes in business intelligence: reporting from the trenches / Официальный сайт информационно-образовательного портала ScienceDirect. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050918317046 (Дата обращения 11.03.2024)

УДК 642.5

АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Патрова А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
meandarina@gmail.com
Научный руководитель: Самохвалов А.Э., к.э.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

В основе процесса планирования производства в сфере общественного питания лежит калькуляционная карта (форма №ОП-1) [1]. Представленная информационная система помогает предприятию модернизировать работу с калькуляционными картами, в которых отражаются состав блюда, стоимость каждого ингредиента и итоговая стоимость готового продукта. Разработанный интерфейс позволяет пользователю осуществлять быстрый выбор блюда и

продуктов из соответствующих справочников, создавать и хранить различные версии рецептов и карт, производить расчеты стоимости блюда с учетом гибкой системы скидок и наценок.

В рамках учебного курса «Теоретические основы информатики. Визуальное проектирование» автор представил даталогическую модель базы данных, которая содержит таблицы для хранения справочника ингредиентов, сборника рецептов, прайс-листов поставщиков продуктов питания, справочника наценок, справочника скидок, калькуляционных карт и их версий. Составлены и реализованы алгоритмы расчета стоимости блюда, планирования закупок и автоматического формирования заказов на приобретение продуктов у поставщиков.

Существенным преимуществом данной системы можно назвать веб-сервис, позволяющий клиенту дистанционно составить блюдо по его рецепту из предложенных продуктов. Такой подход позволяет потенциальному клиенту выстраивать свой план питания, что особенно актуально во время диеты или поста. Это повышает конкурентоспособность и популярность предприятия на рынке.

Автор считает перспективным добавить в разработанную им информационную систему модуль обработки данных медицинских карт с рекомендательными алгоритмами, основанными на моделях искусственного интеллекта. Творческая работа молодого ученого может стать одним из инструментов достижения целей федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» [3].

Список литературы

1. Постановление Госкомстата РФ от 25.12.1998 N 132 «Об утверждении унифицированных форм первичной учетной документации по учету торговых операций». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_21722/ (Дата обращения)
2. Перетятко Т.И. Основы калькуляции и учета в общественном питании: учебно-практическое пособие. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К0», 2013. 232 с.
3. Федеральный проект «Укрепление общественного здоровья». URL: https://здоровое-питание.рф/healthy-nutrition/articles/# (Дата обращения: 12.04.2024).

УДК 658.5

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПОМОЩИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СОТРУДНИКОВ

Пономарева Э.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
ponomarevaeav@student.bmstu.ru
Привознов А.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
par21b136@student.bmstu.ru
Шурупова Ю.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
shurupovayus@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Прокудин В.Н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Сегодня высокотехнологичные отрасли, особенно промышленность, требуют специалистов с разнообразными навыками. С учетом этого возникает необходимость проведения объективной оценки сотрудников на разных этапах их карьеры. Предприятия стремятся сократить расходы на аттестацию и переаттестацию работников, сохраняя при этом максимальную достоверность результатов.

Оценка компетенций сотрудника является специальным инструментом для определения профессиональных качеств специалистов. Её результаты позволяют принимать управленческие решения на предприятиях с целью повышения эффективности труда и разработки планов по квалификационному развитию персонала. Оценка навыков и умений сотрудников особенно важна в области управления персоналом, тесно связанной с производственными процессами.

Согласно данным интернет-портала [1] самой популярной целью оценки сотрудников стало создание индивидуальных планов развития (ИПР). Такой процесс отлажен в 92% опрошенных компаний, 66% респондентов указали, что оценивают персонал для наполнения кадрового резерва, 58% опрошенных – для пересмотра заработной платы.

Используют оценку и для отбора кандидатов (50%), принятия кадровых решений (42%) и изменения организационной структуры компании (23%). И всего 19% для улучшения взаимоотношений между руководителем и подчиненным.

Стоит особенно отметить, что вариант «Не оцениваем сотрудников» не выбрал ни один из респондентов. Также 33% опрошенных столкнулись с проблемой, что оценка проводилась ради отчётности и её результаты ни на что не влияли.

Критерии оценки сотрудников классифицируются по-разному, но обычно их можно разделить на две основные категории:

1. Оценка компетенций, которая включает проверку знаний, навыков и их применение на практике, а также анализ поведенческих характеристик и индивидуальных особенностей специалиста. Одним из наиболее информативных методов оценки компетенций сотрудников является решение ситуационных задач, учитывая специфику должностных обязанностей. Во многих странах образовательного сообщества Болонского соглашения для подобной оценки применяется метод RPL (Recognition of Prior Learning – признание предыдущего обучения), который представляет собой процесс оценки и признания ранее приобретенных навыков, знаний и компетенций (технических, профессиональных и личностных), полученных вне образовательной системы [2].

2. Оценка эффективности работы. Такие критерии основаны на анализе эффективности работы конкретного специалиста с учетом заранее определенных стандартов для данной должности. Для проведения такой оценки важно выбрать задачи, которые позволят точно измерить производительность. Результаты работы могут быть измерены по объему задач, выполненных за определенный период, количеству завершенных проектов, величине полученного дохода, числу заключенных контрактов и другим параметрам. Один из наиболее распространенных показателей эффективности – KPI (Key Performance Indicator – ключевой показатель эффективности). [3]

Считается, что при предстоящем развитии отечественной системы оценки компетенций желательно учесть эту классификацию. Тем самым создать основу для аттестации большого количества работников с многолетним опытом, навыками и компетенциями, которые, однако, не имеют сертификатов и оценок в этой области. Это даст возможности для квалифицированной работы по современным, востребованным дисциплинам, и выпуска специалистов, для которых еще не установлены современные образовательные программы и стандарты или численность которых на рынке труда критически мала.

Предлагаем разработать отечественный аналог оценки компетентности – ШПП (Шкала Персональных Показателей), в основе которого будут лежать RPL и KPI, и который будет включать в себя следующие элементы:

- потенциал к развитию (достижение и действие, результат);
- уровень развития компетенций (Hard Skills);
- когнитивные навыки;
- социально-поведенческие навыки (Soft Skills);
- соответствие ценностям.

Список литературы
1. Оценка сотрудников не ради оценки» / интернет-портал «top-career.ru. URL: https://top-career.ru/blog/hr_assessment_startexam (Дата обращения 01.05.2024).
2. Recognition of Prior Learning (RPL): Learn-ing Package. International Labour Office, Skills and Employability Branch / EmploymentPolicy Department. Geneva: ILO, 2018, C. 9 URL: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---ifp_skills/documents/publication/wcms_626246.pdf (Дата обращения 01.05.2024).
3. Родин И.И. Введение KPI и результаты его применения в России // Статистика и экономика. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vvedenie-kpi-i-rezultaty-ego-primeneniya-v-rossii. (Дата обращения 01.05.2024).

УДК 004.94

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ПРИНЦИПА ПИТЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Прокулин М.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
prokudinmr@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Скворцова Д.А., к.т.н, доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Принцип Питера заключается в следующем: иерархии каждый сотрудник стремится подняться до своего уровня некомпетентности. В своей работы Laurence J. Peter [1] заявляет, что в каждой организации содержится несколько человек, которые не могут выполнять свою работу ввиду профессиональной некомпетентности. В процессе изучения причин такого явления исследователь проводит анализ сотен случаев профессиональной некомпетентности и замечает, что люди, способные выполнять свою работу на достойном уровне на своей текущей должности, часто повышаются начальством, оказываясь на иной, более высокой должности, в которой они не могут быть также результативны. Если после повышения человек справляется со своими обязанностями, руководство стремится повысить его повторно. Это происходит до тех пор, пока сотрудник не занимает такую должность, что его компетентность в ней находится на неудовлетворительном уровне.

Проанализировав этот процесс, исследователь подводит нас к мысли о том, что, имея достаточно времени и уровней в иерархии, каждый ее представитель в итоге достигнет своего уровня некомпетентности и останется на нем. Таким образом, непосредственно из принципа Питера можно сделать следующий вывод: «Со временем каждую должность в итоге занимает сотрудник, который некомпетентен в выполнении своих обязанностей».

Принцип Питера широко применим к условиям, в которых навыки, необходимые для достижения успеха на одном уровне организационной иерархии, могут отличаться от навыков, требуемых на следующем уровне, таких как наука, инженерия, производство, академические круги или предпринимательство.

Принцип Питера можно назвать примером парадокса «Выживания слабейшего», который проявляется наиболее явно в одной из классических задач теории игр - дуэли трех лиц (также известной как «труэль»).

Дуэль трех лиц заключается в следующем: три игрока A, B и C ведут противостояние, они стреляют друг в друга из оружия, при попадании, которое происходит для каждого со своей фиксированной вероятностью, жертва погибает. Для каждого игрока заранее задается его вероятность попадания: $0 \leq a \leq b \leq c \leq 1$, где a, b, c – вероятности попадания игроков A, B, C соответственно. Игрокам известна вероятность попадания каждого из участников. Цель игры – остаться последним выжившим.

Существуют разные виды «труэлей». Игроки могут иметь или не иметь возможность стрелять в воздух, при этом стрельба может происходить одновременно или по очереди, а патроны могут быть конечными или бесконечными.

В значительном диапазоне параметров a, b, c имеет место парадокс под названием «Выживание слабейшего» («Survival of the weakest»). Оказывается, что в подобных играх наибольший шанс выжить у стрелка, обладающего наименьшей вероятностью попадания.

Очевидным расширением дуэли трех лиц является дуэль N лиц [2]. Ее исследование сложнее, чем исследование дуэли трех лиц, однако в расширенной версии эксперимента стратегические соображения по максимизации выигрыша приводят к тому же парадоксу «выживания слабейшего».

Одним из вариантов проведения эксперимента для доказательства принципа Питера является использование агентного имитационного моделирования дуэли N лиц. При этом создаваемая популяция агентов будет соответствовать организационной структуре предприятия. Каждый агент, живущий в создаваемой популяции, будет моделировать отдельного агента-сотрудника. Задание поведения будет содержать состояния и переходы, при этом в каждый момент времени агент может находиться только в одном состоянии. Срабатывание перехода будет приводить к смене состояния и активации новых переходов. Для моделирования организационной структуры необходимо создание иерархических состояний, которые содержат внутри себя другие состояния и переходы. В качестве свойств агентов вместо вероятности попадания будет использоваться вероятность повышения, которая зависит от уровня компетентности. При этом можно исследовать устойчивость системы управления организацией и предсказывать моменты стагнации [3].

Список литературы

1. Peter L.J. et al. The peter principle. London: Souvenir Press, 1969. V. 4. 181 p.
2. Archetti M. Survival of the weakest in N-person duels and the maintenance of variation under constant selection // Evolution. 2012. V. 66. № 3. pp. 637-650.
3. Багрин П.П. Возможность имитационного моделирования корпоративных систем // Теоретическая и прикладная экономика. 2016. № 1. С. 1-11.

УДК 004.032.26

СВЕРТОЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ: СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ

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»

Нейронные сети являются неотъемлемой частью машинного обучения, служа основой для алгоритмов глубокого обучения. Среди них выделяются сверточные нейронные сети (ConvNets или CNN), которые показывают высокую эффективность при обработке изображений, речевого и звукового сигналов. Ранее, для идентификации объектов на изображениях, использовались сложные и трудоемкие ручные методы выделения признаков, однако, с появлением CNN, этот процесс стал быстрее и эффективнее. CNN используют принципы линейной алгебры, включая матричное умножение, чтобы обнаружить закономерности в изображениях [1]. Тем не менее, обучение таких моделей требует значительных вычислительных ресурсов, включая использование графических процессоров (GPU). Сверточные нейронные сети применяют трехмерную структуру для обработки входящих данных:

— Сверточный слой. Сверточный слой является ключевым элементом в структуре сверточных нейронных сетей, где происходит основная часть вычислений. Для его работы необходимы входные данные, фильтр и карта объектов. Например, при обработке цветного изображения входные данные представляют собой трехмерную структуру, включающую высоту, ширину и глубину, соответствующую каналам RGB. Фильтр, также известный как детектор признаков, перемещается по изображению, сканируя восприимчивые поля для обнаружения признаков. Этот процесс называется сверткой.

Детектор признаков представляет собой двумерный массив весов, который описывает часть изображения. Обычно фильтр представлен матрицей размера 3x3, что определяет размер рецептивного поля (область, над которой проводится операция свёртки). Применяя фильтр к области изображения, вычисляется скалярное произведение между входными пикселями и фильтром [2]. Этот процесс повторяется по всему изображению, формируя карту признаков. Стоит отметить, что веса в детекторе признаков остаются неизменными при перемещении по изображению. Однако три гиперпараметра, включая количество фильтров, шаг и заполнение нулями, определяют размер выходных данных и должны быть настроены перед обучением нейронной сети. После каждой операции свертки применяется преобразование ReLU, которое позволяет упростить модель.

За исходным слоем свертки может следовать еще один дополнительный слой, что приводит к иерархической структуре CNN. В этом случае отдельные части объекта представляют собой шаблоны более низкого уровня, а их комбинация формирует шаблон более высокого уровня. В результате работы сверточного слоя изображение преобразуется в числовое представление, что дает возможность нейронной сети анализировать и выявлять соответствующие шаблоны.

— Слой объединения. Слой объединения, также называемый понижающей дискретизацией, уменьшает размерность данных, снижая количество входных параметров. В отличие от сверточного слоя, в слое объединения используется фильтр без весов, который применяет функцию агрегирования к значениям в рецептивном поле и формирует выходной массив. Существуют два основных типа объединения: максимальное и среднее. Несмотря на потерю информации на этапе объединения, это приводит к сокращению сложности, повышению эффективности и снижению риска переобучения в CNN.

— Полносвязный слой. Полносвязный слой обеспечивает прямое соединение каждого узла выходного слоя с узлом предыдущего слоя. В отличие от частично связанных слоев, где значения пикселей входного изображения не связаны напрямую с выходным слоем, полносвязный слой обеспечивает прямое соединение между всеми узлами. Этот слой используется для классификации на основе признаков, извлеченных предыдущими слоями и их фильтрами.

С каждым слоем сложность CNN увеличивается, идентифицируя все больше частей изображения. Более ранние слои фокусируются на простых функциях, таких как цвета и края. По мере того, как данные изображения проходят через слои CNN, они начинают распознавать более крупные элементы или формы объекта, пока, наконец, не идентифицируют предполагаемый объект. Сверточные нейронные сети продолжают эволюционировать и улучшаться, и их использование становится все более распространенным в различных областях, таких как компьютерное зрение, обработка изображений, распознавание речи и многие другие. Можно предположить, что в будущем сверточные нейронные сети будут продолжать играть важную роль в анализе и обработке изображений, а также в других формах обработки данных.

Список литературы

1. Taye M.M. Theoretical understanding of convolutional neural network: Concepts, architectures, applications, future directions // Computation. 2023. V. 11. № 3. 52 p. DOI: https://doi.org/10.3390/computation11030052.

2. Zhang X., Zhang X., Wang W. Convolutional Neural Network // Intelligent Information Processing with Matlab. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. С. 39-71. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-99-6449-9_2.

УДК 658.1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФИНАНСИРОВАНИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ

Сидорова М.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
sidorovama@student.bmstu.ru
Научный руководитель Пилюгина А.В., к.э.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

С 2022 года начался принципиально новый этап развития научно-технологической сферы в Российской Федерации [1]. В последнее время резко обозначилась необходимость в своевременных поставках инновационной продукции для решения задач технологического развития и обеспечения безопасности страны. Такая потребность закрывается с помощью продукции, произведенной в том числе малыми технологическими компаниями (компаниями-производителями). Главным препятствием для реализации специальных инновационных проектов, реализуемых при участии малых технологических компаний, является отсутствие собственных источников финансирования, в первую очередь, оборотного капитала.

Поддержкой инновационных проектов (на примере проектов специального назначения) занимаются Фонд перспективных исследований, Фонд Национальной технологической инициативы, Фонд «ЭРА» и др. Финансирование осуществляется посредством вклада в добавочный капитал или же через механизм выдачи займов. Отлагательным условием получения денег является документальное подтверждение заинтересованности заказчика (например, Управление заказов по совершенствованию технической основы системы управления ВС РФ [2]) в предлагаемой продукции.

Деловая практика финансирования технологических компаний для одобрения подобных сделок со стороны фондов требует от компаний-производителей предоставления отчетов об оценки стоимости, а также результатов технического, юридического и финансового аудитов инновационных проектов. Поскольку процесс сбора и предоставления всей необходимой информации может длиться больше одного календарного года, то в условиях острой потребности в инновационной продукции возникла необходимость сократить срок заключения сделки, как следствие, получения средств.

Для ускорения процесса финансирования инновационных проектов использование конструкций с привлечением дочерней компании, которая выступала бы в роли посредника между заказчиками и компаниями-производителями, получает широкое распространение.

Реализация инновационных проектов при подобном партнерстве осуществляется по следующей схеме:

Шаг 1: Заказчик выдает письма с подтверждением заказа о поставке продукции.

Шаг 2: Фонд предоставляет дочерней компании заем (далее «Компания») с лимитом задолженности в размере необходимом для покрытия затрат на закупки продукции у компании-разработчика (далее «Поставщик») и оплаты прочих операционных расходов.

Шаг 3: Компания осуществляет авансирование указанной выше продукции у Поставщика и осуществляет контроль качества поставленной продукции.

Шаг 4: Компания осуществляет поставку продукции Заказчику, и получает оплату по контракту

Шаг 5: Компания оплачивает все услуги по сопровождению проекта.

Шаг 6: Компания осуществляет погашение займа в пользу Фонда, включая капитализированные проценты.

Для реализации описанной схемы финансирования достаточно предоставить гарантийное письмо от Заказчика на закупку Продукта, результаты технического и финансового аудитов, при этом не требуется отчет об оценки компании и прохождение юридического аудита.

Плюсы предлагаемой схемы финансирования:

- быстрое принятие решения и выделение финансирования;
- налаженная схема взаимодействия с Заказчиком;
- контроль операционного риска через ежедневное взаимодействие с поставщиками;
- обеспечение целевого расходования средств через ежедневный мониторинг затрат;
- эффективный контроль возврата заемных средств.

Минусы предполагаемой схемы финансирования:

- увеличения управленческих расходов по проекту (не более 1% от средней объема финансирования);
- повышение репутационного риска в случае возникновения непредвиденных ситуаций в ходе реализации проекта

Проведенный анализ практики предоставления финансирования позволяет выработать механизм организационно-управленческого взаимодействия, направленный на сокращение сроков предоставления финансирования и снижения рисков реализации проектов.

Список литературы

1. Ивлева Е.С., Румянцева А.Ю., Сухачева В.В. Формирование модели финансирования внедрения инноваций в устойчивое развитие // Экономика и управление: проблемы, решения. 2023. Т. 6. № 11 (140). С. 227-233. DOI 10.36871/ek.up.p.r.2023.11.06.025.
2. Зотов В.М., Абдикеев Н.М. Новые технологии управления финансированием инноваций в промышленности. Финансы: теория и практика. 2021. № 25(6). С. 112-127. DOI: 10.26794/2587-5671-2021-25-6-112-127.

УДК 740

СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ ОРГАНИЗАЦИЙ С АКЦЕНТОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕВЕРБАЛЬНОГО ОБЩЕНИЯ.

Соболева Е.А., студент.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
lizavetka.04@mail.ru
Шевченко А.А., студент.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
andreyyakutsk2004@gmail.com
Научный руководитель: Куняев Н.Е., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Авторы работ Немов Р. С., Алтунина И. Р. выделяют предметную деятельность с соответствующей коммуникативной деятельностью ключевыми формами социальной активности человека, что способствует налаживанию и формированию межличностных связей [1-3].

Как показывает практика, благодаря этому, опытные руководители многих организаций могут раскрыть потенциал подчиненных и должным образом внедрить их в рабочий процесс с целью их развития. Используя различные виды коммуникаций, в том числе с помощью современных цифровых технологий (например, электронная почта, социальные сети с возможностью видео взаимодействий), можно влиять:

- во-первых, на поведение, настроение и отношение людей с применением адекватных психологических приёмов;

- во-вторых, на развитие навыков межличностного общения, в частности вербальное, невербальное и проксимальное, то есть общение, которое осуществляется через особое расположение людей в пространстве.

Рассмотрим невербальные способы коммуникации, оказывающие влияние на кооперативные отношения между управляющим и подчиненными. На основе данных, полученных из социологических исследований, передача информации в процессе коммуникации на 55% происходит за счет невербального общения. Чтение невербальных сигналов является важным условием эффективного взаимодействия между людьми. Ими определены следующие факторы невербальных сигналов в общении:

- около 70% информации человек воспринимает именно по визуальному каналу;

- невербальные сигналы позволяют понять истинные чувства и мысли собеседника;

- отношение к собеседнику формируется под влиянием первого впечатления, а оно, в свою очередь, является результатом воздействия невербальных факторов – мимики, жестов, пантомимики, через сенсорные и телесные контакты.

Невербальное общение по функциональности делится на 4 вида: оптическое, акустическое, тактильное и ольфакторное. Самым распространенным принято считать оптический вид коммуникации, так как он включает в себя движения и внешний вид человека.

Прежде чем вступать в коммуникацию, управляющему следует определить цели и соотнести их с целями собеседника. Необходимо контролировать ход общения, чтобы оставить соответствующее впечатление. Мимика должна соответствовать цели сообщения, желаемому результату общения и отношению к человеку, в нашем случае подчиненному. Такие визуальные признаки, как приподнятые уголки рта, сокращение мышц глаз дают понять руководителю, что слушатель согласен с его точкой зрения и готов к дальнейшему сотрудничеству.

Другой пример невербального жеста, который можно с легкостью применить на практике – это положение ладоней. Для того, чтобы расположить подчиненного к себе, во время коммуникации руководителю следует держать ладони открытыми. Такой жест на подсознательном уровне вызывает доверие собеседника. Со стороны подчиненного положение рук ладонями вверх означает готовность идти на контакт.

Так же следует учитывать негативные невербальные признаки, которые указывают на нежелание продолжать диалог и несогласие с точкой зрения спикера. Скрещенные руки, прикрытие нижних зубов, сжатые губы, учащенное моргание – все это указывает на агрессию и невовлеченность в рабочий процесс.

Следующий вид невербального общения, который мы рассмотрим в рамках данной работы – акустический. Он включает в себя использование звуков, интонаций, тембров голоса, пауз и других звуковых элементов для передачи информации и выражения эмоций. Например, тон голоса, высота, скорость и громкость речи могут помочь передать определенный эмоциональный посыл. Акустические сигналы могут использоваться руководителем для подчеркивания важности сообщения, привлечения внимания и установления контакта с подчиненными как во время диалога, так и в процессе публичных выступлений.

С целью концентрации внимания подчиненных на поставленных задачах, руководителю необходимо использовать такие сигналы, как громкость голоса, темп речи и правильно подобранные паузы. Контроль голоса необходим для сосредоточения внимания на собственной персоне и демонстрации уверенности в своих высказываниях. Правильный темп речи поможет поддерживать внимание собеседников и управлять потоком информации, что необходимо при донесении важных сообщений. Использование пауз в речи поможет усилить эффект сказанного, подчеркнуть ключевые моменты и дать возможность аудитории обдумать информацию.

При рассмотрении тактильного вида коммуникации, стоит отметить, что Прикосновения оказывают значительное влияние на готовность человека выполнить различные просьбы. Наиболее успешные лидеры чаще используют социальные тактильные жесты, что

свидетельствует о более эффективном выборе ими коммуникативных средств для достижения перлокутивного воздействия.

Последний вид коммуникации, который мы раскроем в рамках данной статьи – ольфакторный. Он включает в себя использование запахов для улучшений имиджа управляющего и обстановки на рабочем месте в целом. В деловом общении естественный запах не является уместным, как и использование грубых запахов дешевой парфюмерии. Легкий хороший парфюмерный запах свидетельствует об общей культуре собеседников и формирует благоприятное представление о них.

Дальнейшее исследование будет посвящено выявлению особенностей различных культур, построению межличностных связей и исследованию взаимодействия управляющего и подчиненных в условиях рабочей среды.

Список литературы

1. Варламов А.А., Кравченко А.Н., Горбачева А.В., Осадчий М.А. Язык прикосновений: биологические аспекты тактильного восприятия и особенности тактильных коммуникативных сигналов // Вопросы языкознания. 2020. № 2. С. 75-92. DOI 10.31857/S0373658X0008857-1.
2. Абрамов Я.А. Невербальные коммуникации, их роль в менеджменте и управленческой деятельности // Актуальные проблемы науки и практики: Гатчинские чтения – 2022 : сборник научных трудов по материалам IX Международной научно-практической конференции, приуроченной к празднованию 300-летия Российской академии наук (Гатчина, 27–28 мая 2022 года.). Т. 2. Гатчина: Государственный институт экономики, финансов, права и технологий, 2022. С. 325-328. URL: https://elibrary.ru/vnsbkc?ysclid=lvpxz7s112851767471 (Дата обращения 01.05.2024).
3. Прокудина Д.Д. Особенности невербальной коммуникации и ее роль в менеджменте / // Цифровизация экономики и общества: перспективы, вызовы и компетенции: сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции (Самара, 13–17 мая 2019 года). Самара: Самарский государственный экономический университет, 2019. С. 218-222. URL: https://si.sseu.ru/sites/default/files/konf_cifrovizaciya_0.pdf (Дата обращения 01.05.2024).

УДК 004.056.5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ХРАНЕНИЯ ПАРОЛЕЙ

Сусанин С.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
rigel.lab@yandex.ru
Научный руководитель: Ерохин В.В., д.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Интернет активно развивается, появляется много новых сервисов и, как следствие, у одного человека постоянно растёт число пар логин-пароль, которыми он пользуется. Это создаёт проблему хранения учётных данных, которую пользователи решают несколькими способами.

Первый способ – хранить пароли в браузере. Действительно, сегодня большинство паролей используется для авторизации именно на Web сервисах и браузер, автоматически подставляя пароль, упрощает жизнь пользователя. Однако это ведёт к таким проблемам как: утечка файла паролей вследствие заражения компьютера вирусом, необходимость переноса паролей при смене браузера или устройства. Вторая проблема решается, если используется облачное хранилище, например Аккаунт Google, но это открывает новую уязвимость – риск утечки данных аккаунтов из Google.

Второй способ – использовать менеджер паролей. Самый безопасный вариант – оффлайн приложение, использующее несколько уровней шифрования. Это решает проблему с безопасностью или кражей данных трояном, так как хранилище зашифровано, но при каждом

обращении к нему требуется вводить мастер-пароль, утрата которого равна раскрытию всех паролей в приложении. Та же проблема касается онлайн сервисов для хранения паролей.

Третий, довольно затратный способ – запоминать пароли. Решение редкое, так как паролей много и часто неиспользуемые забываются. Методика, ослабляющая этот недостаток, - использование специальной мнемонической карты, на которой в несколько столбцов и строк написаны случайные символы, и, зная рисунок, легко восстановить пароль. Решение нишевое, так как всё равно требует запоминания.

Четвёртый, самый старый и самый надёжный – записывать пароли в блокнот. Это удобно, блокнот всегда под рукой, нет проблем при смене устройства или браузера. Однако такой метод ведёт к нескольким критическим уязвимостям: кража блокнота и фотография его страниц. И тем не менее, это самый надёжный способ хранения паролей.

Исходя из вышесказанного, именно вариант с блокнотом выглядит лучше всего для модернизации и улучшения его безопасности. Для начала, рассмотрим задачу: предположим, что ваш блокнот утерян. В таком случае, чтобы злоумышленник не смог получить доступ к вашим аккаунтам, пароли, записанные в блокноте, должны быть не теми, которые вы используете для авторизации, а замаскированными. Маскирование – это любой алгоритм изменения пароля, записанного в блокнот. Например, вы дописываете к паролю символы, меняете их порядок, убираете или добавляете символы в середину пароля. Для большей безопасности, каждый пароль должен быть защищён уникальной маской. В таком случае, даже при утере блокнота у вас будет достаточно времени, чтобы сменить все пароли от ваших аккаунтов.

Другой важный аспект безопасности аккаунта, по мнению некоторых специалистов службы безопасности, – регулярная смена паролей. Рекомендуется менять пароль раз в несколько месяцев. Действительно, если принять тот факт, что данные онлайн сервисов периодически утекают, то регулярная смена паролей – хорошая практика для защиты. С другой стороны, если пароли становятся шаблонными, или короткими, это, наоборот, усугубляет проблему, упрощая подбор пароля в разы [1].

Для решения описанных задач разработан авторский блокнот «Парольник, он же Пассвордник» (далее Парольник), созданный для удобной записи исчерпывающей информации об аккаунтах и паролях, учёта даты смены паролей. В Парольник добавлен оффлайн генератор паролей, работающий в браузере. Генератор использует Вихрь Мерсенна для генерации уникальной случайной последовательности символов, а в качестве ключа (начального состояния Вихря) использует текст, введённый пользователем. Одинаковый ключ выдаст одинаковый пароль. Вихрь Мерсенна [2] позволяет использовать длинные ключи (свыше 600 символов любого алфавита), например, фраза на русском языке «Норма рабочего дня», будучи записанной в Парольник как «Норма дня», станет напоминанием об оригинальном ключе, и, при утрате Парольника, злоумышленник не сможет сгенерировать пароли и получить доступ к аккаунтам.

Генератор паролей, хранящийся в виде Автономного Штрихкода Долгосрочного Использования (АШДИ), представляет собой самораспаковывающуюся HTML-страницу, записанную в QR-код. Пользователю достаточно скопировать распознанный текст в адресную строку браузера чтобы запустить генератор паролей.

Список литературы

1. Sangrey D., Wang P. Password change requirements and the effective strength of passwords // Issues in Information Systems, 2022. V. 23, I. 2., pp. 29-41.
2. Matsumoto M., Mersenne N.T. Twister: a 623-dimensionally equidistributed uniform pseudorandom number generator // ACM Trans. on Modeling and Computer Simulation. 1998. V. 8, № 1., pp. 3-30.

УДК 004.5

СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПО МОНИТОРИНГУ СОСТОЯНИЯ СКЛАДСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Хасанов Т.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
khasanovta@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Скворцова Д.А., к.т.н, доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

В условиях активного развития цифровых технологий и стремления к росту эффективности производственных и логистических процессов актуален вопрос разработки высокотехнологичных систем мониторинга состояния промышленного оборудования. Особенно это касается сферы складской логистики, где надежность работы оборудования напрямую влияет на операционную эффективность и финансовые результаты предприятий.

Применение Интернета вещей (IoT – Internet of Things) для мониторинга оборудования позволяет в реальном времени собирать данные о его состоянии, анализировать их и прогнозировать потенциальные сбои. Это повышает производительность и безопасность работы склада, снижает риск простоев и обеспечивает оперативное реагирование на изменения в состоянии оборудования [2].

Разработка специализированной базы данных становится критически важным элементом для управления данными в системах мониторинга, основанных на IoT. Такая база данных является центральным хранилищем для агрегации и систематизации информации о состоянии складского оборудования, предоставляя необходимую основу для последующей аналитической обработки и поддержки процесса принятия решений.

Структура базы данных включает в себя следующий набор сущностей:

- warehouse – содержит информацию о складах, на которых установлено оборудование;
- equipment – хранит данные об оборудовании, для которого организуется мониторинг;
- type_of_equipment – классифицирует оборудование по типам, позволяет группировать технику по характеристикам и функционалу;
- parameter_limit – содержит информацию о предельных допустимых значениях измеряемых параметров;
- parameter – определяет измеряемые параметры, такие как температура, давление и т.д., включая их наименование и единицы измерения;
- sensor – предоставляет данные о датчиках, установленных на оборудовании;
- monitoring – содержит данные, собранные датчиками в определенные моменты времени;
- processed_data – хранит обработанные данные, полученные из мониторинга, включая анализ трендов, математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение и индикаторы негативных тенденций;
- user_account – описывает профили пользователей системы;
- role – определяет роли пользователей в системе и уровни доступа к операциям, которые они могут выполнять;
- event – регистрирует события системы, такие как ошибки или предупреждения, и соответствующие им шаблоны уведомлений для отправки ответственным лицам.

Связи между сущностями:

- warehouse и equipment – один ко многим;
- type_of_equipment и equipment – один ко многим;
- equipment и processed_data – один ко многим;
- type_of_equipment и parameter_limit – один ко многим;
- parameter и parameter_limit – один ко многим;
- parameter и sensor – многие ко многим;

- equipment и sensor – один ко многим;
- monitoring и processed_data – многие ко многим;
- sensor и monitoring – один ко многим;
- parameter и monitoring – один ко многим;
- user_account и warehouse – многие ко многим;
- user_account и role – многие ко многим;
- event и processed_data – один ко многим [1, 3].

Таким образом, разработка базы данных на основе технологии Интернета вещей значительно усиливает контроль и надежность мониторинга складского оборудования. Это позволяет не только своевременно реагировать на потенциальные неисправности, но и улучшает планирование обслуживания, повышая тем самым общую производительность и безопасность складских операций.

Список литературы

1. Скворцова Д.А. Компьютерные и интеллектуальные системы в логистике. Модуль 1. Системы управления знаниями в логистике и управлении цепями поставок: учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. 34 с.
2. Long L. Research on status information monitoring of power equipment based on Internet of Things // Energy Reports. 2022. V. 8. pp. 281-286.
3. Cai T. et al. The embedded IoT time series database for hybrid solid-state storage system // Scientific Programming. 2021. V. 2021. DOI: 10.1155/2021/9948533.

УДК 001.895

СОВРЕМЕННЫЕ МОДЕЛИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Чубакова В.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
vika.tchubakova@yandex.ru
Научный руководитель: Шиболденков В.А., к.э.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Технико-экономические изменения или смена технологических укладов в теории инноваций — это глубокие изменения, связанные со сменой деловых циклов. Проблема исследования заключается в большом количестве устаревших теорий, изучающих цикличность изменений, и необходимости их систематизации и обновлении. Объект исследования — подходы к анализу технико-экономических изменений.

Основоположником теории экономического цикла считается советский экономист Кондратьев Н.Д. В работе «Мировое хозяйство и его конъюнктуры во время и после войны» (1922 г.) им была предложена волновая теория процесса зарождения и распространения инноваций, устанавливающая существование длинных волн и больших циклов конъюнктуры протяженностью 40-60 лет [1]. В этих длинных циклах Кондратьев выявил два типа волн: повышательную и понижательную. Теорию цикличности Н.Д. Кондратьева необходимо рассматривать в совокупности со схожими теориями других ученых [2]. Впервые идея экономических циклов была сформулирована К. Жюгляром. Его исследование предполагает гораздо более короткие циклы продолжительностью 7-11 лет, называемые J-циклами или бизнес-циклами. Первая статья ученого по данной теме была опубликована в 1856 г. В среднесрочных циклах Жюгляра, из которых складывается длинная волна Кондратьева, выделяют 4 фазы: оживление, подъем, рецессия, депрессия. Циклы К. Жюгляра являются по своей сути более длинными циклами британского статистика Д. Китчина, современника Кондратьева. Китчинские циклы длиной 3-5 лет, не учитывающие, в отличие от J-циклов динамику инвестиций, объединяют процессы нарушения и восстановления рыночного равновесия спроса и

предложения товаров на рынке, которому соответствует определенный уровень и соотношение рыночных цен. В 1946 г. в книге «Национальный доход» было введено понятие «строительных циклов» длиной 16-25 лет американского экономиста С. Кузнеца. Строительные циклы обусловлены периодическим массовым обновлением жилых и производственных помещений, причем основными влияющими факторами являются демографические процессы. Теории перечисленных ученых были объединены австрийским и американским экономистом Й. Шумпетером в книге «Деловые циклы», где установлены взаимосвязи между протяженностями разных циклов и их взаимным влиянием.

На современном этапе теория Й. Шумпетера начала свое развитие при западногерманском экономисте Г. Менше (книга «Технологический пат», 1975 г.). Согласно его модели, циклы имеют вид S-образной кривой (она же «модель метаморфоз»). Логистические кривые, описывающие траекторию жизненного цикла данного технического способа производства, пересекаются, то есть конец одной порождает начало другой с разницей в «технологический пат» — закономерно возникающая пауза в поступательном развитии экономики. Дальнейшее развитие работ Н.Д. Кондратьева и Й. Шумпетера принадлежит британо-венесуэльскому ученому К. Перес., идеи которой изложены в книге «Технологические революции и финансовый капитал» (2002 г.). Термин «технологические революции» означает «мощный кластер новых и динамичных технологий, продуктов и отраслей, способный вызвать подъем в экономике и породить долгосрочную тенденцию к развитию», процесс распространения технологических революций Перес называет большой волной. Формулирование модели технико-экономического развития России и ее вступлением в новый, шестой, технологический уклад занимается С.Ю. Глазьев. Соглашаясь с волновой теорией Кондратьева, но указывая на нелинейность процессов, российский экономист представляет развитие технологического уклада в виде двух логистических кривых, первая из которых отражает рост производств нового технологического уклада в эмбриональной фазе (в условиях доминирования предыдущего), а вторая — в фазе зрелости, где рассматриваемый технологический уклад замещает предыдущий и становится основным носителем экономического роста [1].

Таким образом, современные теории цикличности процессов развития базируются на подходах ученых XX века. Теоретическая база, сформированная в XX веке, позволяет определить текущее положение государства в мировой экономике с точностью до 3 лет [3]. Так, можно сделать вывод, что современная Россия находится в фазе вступления в шестой технологический уклад и пятую технологическую революцию.

Список литературы

1. Старцев В.А., Фалько С.Г. Эволюция подходов и принципов при разработке новых продуктов // Инновации в менеджменте. 2018. № 3. С. 62-69.
2. Попович Л.Г., Юсуфова О.М., Шиболденков В.А. Теория инноваций: учебно-методическое пособие / под. ред. П.А. Дроговоз. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. 64 с.
3. Дроговоз П.А., Мухопад В.И., Садовская Т.Г., Капран Н.П., Летун С.А., Александров Д.В., Юсуфова О.М. Организационно-экономические механизмы международного трансфера промышленных технологий: Монография / под ред. П.А. Дроговоза. М.: Ваш формат, 2018. 244 с.

УДК 658.7

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК

Щелокова А.Н., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
shchelokovaa@mail.ru
Научный руководитель: Кашеварова Н.А., к.э.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Моделирование логистических систем, включая оптимизационные и имитационные подходы, играет ключевую роль в развитии цифровой трансформации логистики. Особенно важными являются оптимизационные модели, которые направлены на нахождение оптимальных решений в соответствии с поставленными целями и ограничениями. Оптимизационная математика долгое время была основным инструментом анализа в логистике, используемым для оптимизации маршрутов, складских операций, транспортных процессов и других аспектов логистической деятельности [1].

Можно выделить несколько этапов создания методологии математического моделирования:

– появление точных наук;

– конец 40-х–начало 50-х годов XX века: — появление компьютеров, разработка ядерных технологий;

– появление информационного общества. Методология математического моделирования становится интеллектуальным ядром информационных технологий.

Использование экономико-математических методов является одной из ключевых целей развития экономики, логистики и коммерческой деятельности. Сегодня логистика настолько развилась, что невозможно обойтись без математических подходов. Будучи современной научной дисциплиной, логистика основана на теории экономики, которая часто выражается в математической форме, поэтому необходимо систематизировать ее с использованием математики. Применение математики в логистике необходимо также из-за углубления расчетов в процессах товародвижения. Она используется для анализа количественной стороны экономических потоков в логистике. Экономико-математические методы приводят к разработке моделей, описывающих экономические особенности объекта в виде математических выражений, что позволяет проводить дальнейшие исследования. Целевая функция и ограничения параметров играют ключевую роль в изучении экономико-математических моделей, определяя оптимальные управленческие решения.

Современные системы, изучаемые наукой, больше не могут быть полностью исследованы с помощью традиционных теоретических подходов. Эксперименты с ними дороги и опасны, поэтому цифровое моделирование становится неотъемлемой частью научно-технического прогресса. Оно не является конкурентом для других научных дисциплин, таких как математика, физика или биология, а скорее используется в качестве инструмента для исследований в различных областях от исследований до управления [2].

Моделирование должно соответствовать определенным требованиям, таким как ясная формулировка основных понятий, анализ адекватности моделей и точность вычислительных алгоритмов. Если говорить о моделировании в конкретной области-логистике, то здесь необходимо учитывать специфику формул, величин, логику задач. Требуется грамотное проектирование цепей поставок, которое будет стремиться к эффективности и оптимальности всей логистики в целом, а не конкретного объекта.

В основе моделей лежат математические формулы и функции, которые используются в логистике. Этому посвящено большое количество учебной литературы. Благодаря накопленным знаниям специалисты сферы логистики могут определять необходимое количество запасов, заказов и прочих аспектов логистики.

Процессы в цепях поставок проходят через оценку и отбор по заданным критериям. На протяжении длительного времени ученые и специалисты активно изучали различные аспекты цепей поставок. Однако в последние годы отмечается увеличенное внимание к планированию, моделированию и анализу цепей поставок в целом. Этот интерес в основном обусловлен увеличением производственных расходов, уменьшением жизненного цикла продукции и глобализацией рыночной экономики [3].

Таким образом мы приходим к необходимости программ, которые помогают быстро и эффективно планировать логистические процессы. Цифровая модель цепочки поставок – это цифровое представление взаимосвязей между всеми соответствующими субъектами сквозной цепочки поставок: продуктами, клиентами, рынками, распределительными центрами/складами, заводами, логистическими затратами и ограничениями. Он значительно повышает ситуационную осведомленность и в разы увеличивает скорость принятия решений. Программы с применением математического моделирования используется в различных отраслях, начиная с ретейла и заканчивая агропромышленностью.

Список литературы

1. Звонарев С.В. Основы математического моделирования: учебное пособие Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. 112 с.
2. Серова Т. Д. Основные этапы цифровизации логистической деятельности предприятия // Экономика и бизнес: теория и практика. 2019. № 12–3. С. 51–55.
3. Силкина Г.Ю., Щербаков В.В. Информационно-аналитический инструментарий логистики и управления цепями поставок// Логистические системы в глобальной экономике. 2021. № 11. С. 280–284.

УДК 656

ОПИСАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО БИЗНЕС-ПРОЦЕССА АВИАПЕРЕВОЗКИ

Юдина Д.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
dariasergeevnah@mail.ru
Научный руководитель: Найдис О.А., к.э.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

В современном мире международные грузовые авиаперевозки играют важную роль в логистике организаций. Торговые компании предпочитают авиатранспорт другим видам перевозок по многим причинам, в числе которых способность доставлять груз на значительные расстояния за короткий срок, при этом обеспечивая высокую безопасность перевозки [1].

Поэтому цель работы – описать и визуализировать логистический бизнес-процесс грузовой авиаперевозки с помощью методологии функционального моделирования - нотации IDEF0 – для формализации коммерческого процесса грузовой авиаперевозки.

Рассмотрен пример реального бизнес-процесса перевозки груза, выполняемой одной из крупнейших грузовых авиакомпаний. Посредством слаженной работы отделов компании выполняются качественные регулярные и чартерные перевозки различных категорий грузов. Рассмотрим процесс авиаперевозки со стороны коммерческого менеджера (менеджер по продажам/коммерсант).

На почту сотрудника приходит заявка от клиента на перевозку, в которой указан маршрут, характер груза и упаковочный лист. Коммерсант рассматривает заявку и на ее основе формирует выгодное для обеих сторон коммерческое предложение. Коммерческий менеджер фиксирует заявку в CRM-системе. Если в ходе переговоров заявка выиграна, то коммерсант подписывает контракт, выпускает счет и передает документы для перевозки. Затем с заказчиком связывается отдел по работе с клиентами для корректировки данных по перевозке. На протяжении всего

процесса с клиентом поддерживается связь, его уведомляют о статусе груза. В конце запрашивается обратная связь, что играет важную роль для компании-перевозчика, это помогает формировать ценностное предложение.

К сожалению, во многих компаниях нет формализации рабочего процесса перевозки, и работники выполняют все задачи по наитию. Однако ввиду динамичности обстановки и экономики целесообразно описать бизнес-процесс перевозки с помощью нотации по моделированию бизнес-процессов для того, чтобы иметь возможность оперативно вносить изменения в бизнес-процесс перевозки при необходимости.

В данной работе рассматривается описание бизнес-процесса авиаперевозки с помощью нотации IDEF0. Она была выбрана ввиду того, что эта методология позволяет комплексно представить все бизнес-процессы предприятия в виде единой системы из взаимосвязанных компонентов.

Модель начинается с рассмотрения контекстной диаграммы, которая состоит из функционального блока и стрелок. Функциональный блок А0 показывает преобразование входа в выход с помощью механизмов с учетом управляющих воздействий [2]. Блок А0 отражает главную задачу, которая решается путем выполнения данного бизнес-процесса. Интерфейсные дуги обозначают такие элементы диаграммы, как «вход», «выход», «управление» и «механизмы».

В работе представлена контекстная диаграмма А0, цель которой - визуализировать логистический бизнес-процесс авиаперевозки. Диаграмма рассматривается с точки зрения коммерсанта. Тип модели - AS IS (что означает, как процесс выглядит сейчас).

Функциональный блок А0 «Организовать перевозку грузовой авиакомпанией» имеет на входе груз и заявку на перевозку, с помощью механизмов «персонал», «транспорт», «оборудование» и «ИТ» и под управлением документации, требованиям заказчика, плана регулярных рейсов вход преобразуется в выход «перевезенный груз с учетом всех требований». В работе была выполнена декомпозиция функционального блока на 4 равноценных блока для детального изучения бизнес-процесса.

Блок А1 «Подготовить груз к перелету» преобразует заявку и полученный от заказчика груз в подготовленный к перевозке груз и согласованную накладную. Управление представлено такими элементами, как «требования клиента к перевозке», «нормативные документы по перевозкам грузов», «план регулярных рейсов». Механизмы представлены такими элементами, как «ПО», «Менеджеры».

Блок А2 «Доставить груз в аэропорт отправки» преобразует подготовленный к перевозке груз в груз в аэропорту отправки. Управление - «согласованная накладная», «план регулярных рейсов», «стандарты погрузочно-разгрузочных работ». Механизмы - «сотрудники аэропорта», «транспортные средства», «оборудование», «аэропорт».

Блок А3 «Осуществить перелет» груз в аэропорту отправки в груз в аэропорту прибытия. Управление - «согласованная накладная», «план регулярных рейсов», «инструкции для полетов», «контроль полета». Механизмы - «сотрудники аэропорта и пилоты», «транспортные средства», «оборудование», «аэропорт».

Блок А4 «Принять груз в аэропорту прибытия» преобразует груз в аэропорту прибытия в доставленный заказчику груз с учетом всех требований. Управление - «согласованная накладная», «стандарты погрузочно-разгрузочных работ», «контроль полета». Механизмы - «сотрудники аэропорта и обслуживающая компания», «транспортные средства», «оборудование», «аэропорт».

Данная модель может рассматриваться как базовая и для других грузовых авиакомпаний ввиду того, что анализ диаграммы IDEF0 может способствовать оптимизации и формализации процесса перевозок, выявлению узких мест компании.

Список литературы

1. Хлопов К.В., Соколова О.В., Ахтанина М.О. Состояние мирового и российского рынков международных грузовых авиаперевозок // Российский внешнеэкономический вестник. 2019. №8. С. 64-76.
2. Кренева С.Г., Юрченко Я.А. Внедрение модели бизнес-процесса транспортировки груза с использованием нотации IDEF0 // Научный вестник: Финансы, банки, инвестиции. 2020. № 1. С. 258-265.

РАЗДЕЛ «ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ»

СЕКЦИЯ «ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ, СТАБИЛИЗАЦИИ И НАВИГАЦИИ»

УДК 629.5.025.24

ОСОБЕННОСТИ ВКЛЮЧЕНИЯ УСЛОВНО УСТОЙЧИВОГО ГИРОСТАБИЛИЗАТОРА

Германенко А.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
gam20u401@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Козлов В.В., к.т.н, доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

В связи с развитием новых типов гироскопов и повышением качества электронной элементной базы все более широкое распространение находят гиростабилизаторы индикаторного типа. В них гироскоп выполняет роль чувствительного элемента и не оказывает силового воздействия на стабилизированную платформу, стабилизирующее воздействие на гироплатформу оказывает привод стабилизации.

К гиростабилизаторам предъявляют высокие требования по точности стабилизации, которая характеризуется статической ошибкой. Это приводит к необходимости повышения коэффициента усиления канала стабилизации, что увеличивает частоту среза. В силу ограниченной жесткости конструкции ГС она не должна превышать величины порядка 70 Гц. Это ограничение заставляет снизить частоту среза, не ухудшая статическую точность, т.е., не изменяя коэффициент усиления. Это реализуется вводом дополнительного корректирующего звена $\frac{T_3 \cdot s+1}{T_4 \cdot s+1}$с постоянными временами Т3 и Т4, где Т4> Т3. Одновременно с уменьшением частоты среза звенья превращают канал стабилизации ГС в условно устойчивый. Это опасно тем, что при уменьшении коэффициента усиления канала стабилизации ГС возможна потеря устойчивости. Основная причина уменьшения коэффициента усиления ГС – нелинейность типа «Насыщение».

Основные причины попадания сигнала в зону насыщения: электрические помехи, работа при большом начальном угле рассогласования. Ввиду того, что электрические помехи обычно возникают на высоких частотах, много больших частоты среза, можно ввести апериодическое звено $\frac{1}{T_5 \cdot s+1}$ с малым значением пост времени Т5, тем самым уменьшая наклон АЧХ на высоких частотах, что подавляет электрические помехи.

Для исследования работы ГС при большом начальном угле рассогласования согласно [1] можно применить метод гармонической линеаризации, чтобы определить граничное значение начального угла рассогласования, при котором наступают автоколебания. Вследствие применения данного метода, получаем, что:

$$\Delta k = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{\alpha}{a_0} \tag{1}$$

уменьшение коэффициента усиления обратно пропорционально увеличению начального угла рассогласования α. После эта формула преобразуется в следующую, где граничное значение:

$$\alpha^* = \frac{4}{\pi} \cdot M_{\text{ст}} \cdot |W_0(jw_{180})| \tag{2}$$

зависит от максимального момента двигателя стабилизации и неявно от частоты неустойчивых автоколебаний w_{180}, где W_0 – передаточная характеристика ГС. Рассчитав граничное значение начального угла рассогласования, можно ограничить движение ГС по заданному значению,

таким образом канал стабилизации останется устойчивым. Но в силу технологических особенностей упоров, которые не могут находиться от начального положения на одинаковых расстояниях, и небольшого коэффициента затухания ГС гироскоп может ударяться об упоры, и система потеряет устойчивость.

Таким образом, становится ясно, что условная устойчивая система не в состоянии обеспечить надежного включения в режим работы при больших начальных условиях по углу отклонения. В этом случае можно при включении так изменить передаточную функцию корректирующего звена, чтобы система стала абсолютно устойчивой. Проще всего это сделать, изменив электрическую схему корректирующего фильтра канала стабилизации, что и было сделано в данной работе. Тогда алгоритм запуска ГС будет состоять из режима начального приведения, обеспечивающего абсолютную устойчивость каналов стабилизации при включении системы, и последующего перехода в основной рабочий режим, в котором система стабилизации является условно устойчивой. Переключение режимов осуществляется с помощью управляемого реле. Это приведет к уменьшению точности во время включения, что некритично при условии малости возмущающих моментов, так как рассматриваемый режим осуществляется в момент включения в наземных условиях.

По итогам проведенной работы была разработана электрическая схема корректирующего фильтра с изменяемой структурой в каналах стабилизации и проведен расчет параметров фильтра

Список литературы

1. Александров А.Д., Правоторов Е.А., Рафельсон В.Ф., Фельдман М.П. Индикаторные гироскопические платформ. М.: Машиностроение, 1979 г. 239 с.

УДК 629.7.05

НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ КОМПЕНСАЦИИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

Журавлева М.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
awds203@mail.ru
Ягольников А.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
yagolnikovav@student.bmstu.ru
Антонов Р.М., инженер-конструктор 2 категории
АО «Инерциальные технологии Технокомплекса»
Научный руководитель: Некрасов А.В., к.т.н., директор по научной работе
АО «Инерциальные технологии Технокомплекса»

В данной работе рассмотрена возможность применения искусственных нейронных сетей для калибровки датчиков и рассмотрена возможность расширения модели погрешностей путем учёта нелинейных зависимостей, погрешностей от температуры и от производной температуры.

Цель работы: подтверждение возможности повышения точности калибровки акселерометров с использованием нейронных сетей.

Необходимо выполнить следующие задачи:

1. Проведения экспериментов для определения модели погрешностей акселерометров;
2. Формирование обучающей выборки;
3. Обучение нейронной сети для калибровки датчиков;
4. Сравнительный анализ точности калибровки, достигнутой нейросетевым и аналитическими методами.

Методика проведения экспериментов определяется требованиями аналитического метода определения и компенсации погрешностей акселерометров и включает два этапа. На первом этапе были получены показания в одном положении блока акселерометров в термокамере. На втором этапе блок помещался на наклонно-поворотный стол с термокамерой, блок позиционировался в несколько положений обусловленных уравнениями аналитического метода.

Калибровка аналитическим методом осуществлялась следующим образом: используя данные термоциклирования, были получены приближённые значения смещения нуля в зависимости от температуры. Далее к данным поворотного стола применяется скалярный метод [1], согласно которому:

$$\bar{a}_{\Pi}^{T} \cdot \bar{a}_{\Pi} = g^{2},$$

где g – модуль вектора ускорения силы тяжести, $\bar{a}_{\Pi}$ – вектор кажущегося ускорения. Используя полученные аналитическим методом калибровочные коэффициенты, остаточная погрешность в проведенных экспериментах составила 200".

Для построения модели погрешностей использовалась многослойная искусственная нейронная сеть на основе персептронов с нелинейной активационной функцией. Было разработано две модели [2], которые были обучены предсказывать погрешность микромеханического акселерометра из данных термоциклического эксперимента и эксперимента, проведенного с помощью поворотного стола.

Входными данными для обучения первой модели нейросети на основе результатов термоциклирования являлись данные акселерометров по трём осям: x, y, z и температурные значения. Выходными данными - погрешности, вычисленные как разность между значениями проекций ускорений свободного падения на оси, по которым выставлен акселерометр на протяжении всего эксперимента, и значениями, полученными с прибора в каждой точке.

Для обучения второй модели использовались данные акселерометров по трем осям x, y, z, текущая температура, углы поворота по двум осям. В качестве «правильного» ответа на выходной сигнал модели были взяты аналитически вычисленные значения погрешности как разность показаний акселерометра и проекции ускорения свободного падения в зависимости от угла поворота.

По аналитическому и графическому анализу положения концов векторов ускорений, скомпенсированных нейросетью, относительно поверхности сферы, образованной векторами ускорения свободного падения, было сформулировано три гипотезы, которые могли бы стать причиной больших значений невязок по трем осям x, y, z и абсолютных ошибок. Первая гипотеза — у нейросети недостаточно обобщающей способности. Вторая гипотеза — переобучение. Данная гипотеза была исключена из рассмотрения, так как при программировании использовался метод ранней остановки, что помогает избежать переобучения. Третья гипотеза — обучающая выборка имеет недостаточный объем данных.

В результате анализа гипотез был сделан вывод о том, что оба многослойных персептрона обладают достаточной обобщающей способностью и не являются переобученными. Вследствие чего третья гипотеза является причиной недостаточной компенсации погрешности микромеханического акселерометра, так как для обучения первой ИНС был предоставлен массив из 6042 сигналов, а для обучения второй ИНС - 162 сигнала, что безусловно является недостаточным объемом для определения нейросетью зависимости между данными, чтобы обладать предсказательной способностью.

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что использование искусственных нейронных сетей возможно для компенсации погрешностей микромеханического акселерометра. При этом для обучения модели необходимо использовать достаточно большой и разнородный набор данных. Это позволит обеспечить большую точность по сравнению с аналитическим методом, так, например, нейросетевой метод компенсации на термоциклическом эксперименте показал точность компенсации выше, чем аналитический метод. Применение

нейросетевого метода может упростить обработку данных, но требует больших объемов обучающих данных и высокой вычислительной мощности.

Список литературы

1. Шаймарданов И.Х. Методика стендовой калибровки бесплатформенных инерциальных навигационных систем различного класса точности: дис...к.т.н. (05.11.03) / АО «Инерциальные технологии «Технокомплекса». М., 2019. 171 с.
2. Christopher M. Bishop Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics). Singapore: Springer, 2006. 738 p.

УДК 629

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМА ЛАЗЕРНОГО ГИРОСКОПА ПО МЕТОДУ ВАРИАЦИИ АЛЛАНА С ПОМОЩЬЮ РАЗНЫХ ПО

Конюшко А.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
konyushkoas@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Синельников А.О., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Вариация Аллана часто используется в задачах анализа и улучшения точности измерений в различных системах, таких как навигационные системы, атомные часы, гироскопы, акселерометры и другие устройства, где важна точность и стабильность измерений. Чтобы использовать данные, получаемые с датчиков навигационной системы, необходимо корректно выделить из выходного сигнала устройства информационную составляющую. Сделать это довольно сложно, т.к. сигнал в значительной мере зашумлен различными типами шумовых составляющих. Именно шум и является одним из недостатков любой системы. В работе исследовались шумовые составляющие и оценивались их порядки. Разработка происходила с помощью нескольких алгоритмов. Практическое применение методики рассмотрено на гироскопическом устройстве. При работе использовался выходной сигнал лазерного гироскопа (ЛГК-400). Для измерения параметров гироскоп работал в режиме датчика угловых скоростей (ДУС).

Основная идея вариации Аллана заключается в том, чтобы разделить временной ряд на различные интервалы времени и вычислить дисперсию разностей между измерениями в каждом интервале. Затем эти дисперсии усредняются по всем интервалам для получения оценки дисперсии процесса.

С помощью метода вариации Аллана можно выделить различные источники ошибок в выходных данных просто проанализировав коэффициенты угла наклона графика на различных участках. [1] Аппроксимация производится нелинейным методом наименьших квадратов так, чтобы график функции с полученными коэффициентами был наиболее близок к графику экспериментальных данных. Рассмотрим каждую шумовую составляющую отдельно: 1) Шум квантования — ошибки, вносимые в аналоговый сигнал при кодировании к цифровой форме. В зависимости от типа аналого-цифрового преобразования шум может возникать из-за округления или усечения сигнала. 2) Случайное блуждание выходного сигнала — белый шум (или медленное изменение выходного сигнала), проявляется в отклонении значений от ожидаемых случайным образом. Примером случайного блуждания в этом эксперименте является дрейф угла. 3) Нестабильность нуля (фликкер-шум) — погрешность устройства, которая есть практически в любых электронных устройствах. Источниками обычно является неидеальность изготовления элементов прибора. 4) Случайное блуждание изменение выходного сигнала (красный шум приращения выходного сигнала) (случайное блуждание угловой скорости) — случайный уход. Ошибка детерминированная, на больших промежутках времени (несколько часов) наблюдается

медленное монотонное отклонение значений. Шум неизвестной природы с очень большим временем корреляции [2]. 5) Тренд приращения выходного сигнала (в нашем случае угловой скорости)— это систематическая погрешность, которая описывает последовательное отклонение сигнала, полученного с устройства.

Для расчета вариации Аллана интервал осреднения данных примем кратным шагу опроса измерителя. В работе используется программа в среде программирования MATLAB, также для проверки корректности программы используется программа, разработанная специально для расчёта методики для ЛГК-400. Рассчитываем, анализируем полученные графики, выделяем на них шумовые составляющие. Чтобы график можно было поделить на части, которые описывают шум, используют метод аппроксимирующего полинома. Каждому типу шума однозначно соответствует определенный участок на графике.

Вариация Аллана была успешно применена для оценки стабильности и точности работы инерциальных датчиков в разный момент времени. Полученные результаты позволили сделать вывод о том, что вариация Аллана является эффективным инструментом для анализа характеристик инерциальных датчиков и может быть использована для разработки более точных и надёжных систем навигации и ориентации. Исследование также выявило некоторые ограничения и проблемы, связанные с использованием гироскопа в разное время его работы. В частности, было отмечено, что результаты могут зависеть от количества параметров анализа и методов обработки данных. Таким образом, вариация Аллана представляет собой мощный инструмент для анализа характеристик инерциальных датчиков. Однако для получения более точных результатов необходимо учитывать особенности конкретных датчиков и условия их эксплуатации.

Список литературы

1. Шарова М.А., Дядин С.С. Анализ погрешностей динамически настраиваемого гироскопа для гироинерциального блока методом вариации Аллана. // Вестник Концерна ВКО «Алмаз – Антей». 2019. В. 3. С. 69-77.
2. Сирая Т.Н. Вариация Аллана как оценка погрешности измерения // Гироскопия и навигация. 2010. В. 69. № 2. С. 29–36.

УДК 629.5.025.24

ЖЕСТКОСТНЫЕ И ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНСТРУКЦИИ ДВУХОСНОГО ГИРОСТАБИЛИЗАТОРА

Мушкетов А.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
mushketovav@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Подчезерцев В.П., к.т.н, доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

В работе представлены результаты исследования жесткостных и частотных характеристик конструкции двухосного гиростабилизатора. Исследования проводились в программной среде SolidWorks. SOLIDWORKS® Simulation — это программная среда структурного анализа, в которой используется метод конечных элементов. Такой анализ позволяет прогнозировать поведение изделия в реальных условиях эксплуатации путем виртуального тестирования CAD-моделей.

При анализе собственных частот был использован модуль «ЧАСТОТА». Каждая реальная конструкция имеет бесчисленное множество собственных (резонансных) частот, каждой из которых соответствует определенная форма колебаний, которую модель стремится принимать на этой частоте. Частотный анализ помогает выделить опасные резонансные частоты и по возможности модифицировать конструкцию для исключения влияния резонансных частот на

конструкцию [1, 2]. При исследовании собственных частот в среде SolidWorks задается плотность материала, коэффициент Пуассона и модуль Юнга. Полуоси гиростабилизатора изготавливаются из прочного материала Ст40Х, а платформа- из алюминиевого сплава Д16. При создании сетки важно учитывать ее размеры, поскольку избыточные размеры конечных элементов приводят к неточным результатам, а слишком малые элементы приводят к резкому увеличению времени исследования. По результатам исследования платформы получены следующие значения собственных частот: f_1=230 Гц, f_2=610 Гц, f_3=700 Гц, f_4=753 Гц, f_5=1727 Гц. Наиболее опасными являются самые низкие собственные частоты, т.к. они ближе всего к эксплуатационным частотам.

Традиционная схема обратной связи в гиростабилизаторах включает в себя датчик угла (ДУ) чувствительного элемента (ЧЭ), усилитель и двигатель стабилизации (ДС). Передаточная функция (ПФ) разомкнутой системы имеет вид:

$$W_{\text{раз}1}(s) = \frac{K_C}{D_\alpha s(T_{\text{пл}}s+1)}, \quad (1)$$

где $T_{\text{пл}} = \frac{J_{\text{пл}}}{D_\alpha}$ - постоянная времени платформы, K_C - коэффициент усиления контура обратной связи, $J_{\text{пл}}$ – момент инерции платформы, D_α – коэффициент демпфирования.

При учете угловой жесткости $R_{\text{пл}}$ между ДС и ДУ передаточная функция будет иметь вид:

$$W_{\text{раз}2}(s) = \frac{K_C}{D_\alpha s(T_{\text{Пл}}s+1)\left(T_{\text{Рот}}{}^2 s^2+2\xi_{\text{Рот}}T_{\text{Рот}}+1\right)}, \quad (2)$$

где $T_{\text{рот}} = \sqrt{\frac{J_{\text{рот}}}{R_{\text{пл}}}}, \xi_{\text{Рот}} = \frac{D_{\text{рот}}}{2\sqrt{J_{\text{рот}}R_{\text{пл}}}}$ – постоянная времени колебаний ротора и относительный коэффициент затухания колебаний.

Для определения угловой жесткости $R_{\text{пл}}$ между ДУ и ДС был применен статический анализ в программной среде SolidWorks. Часть конструкции, примыкающая к ДС, фиксировалась, а к части, где расположен ДУ ЧЭ прикладывался единичный момент. Из полученных данных по линейным перемещениям были рассчитаны угол скручивания и угловая жесткость, которая получилась равной $R_{\text{пл}} = 8000\frac{\text{Н·м}}{\text{рад}}$. При учете жесткости добавляется колебательное звено (2), которое образует пик на частотной характеристике, что может привести к неустойчивости. Для конкретной конструкции пик частотной характеристики расположен за частотой среза и к неустойчивости не приводит. По каналу рамки ПФ (1) и (2) записываются аналогично. Для рамки жесткость получилась равной $R_{\text{Р}} = 16667\frac{\text{Н·м}}{\text{рад}}$, что, как и в предыдущем случае, к неустойчивости не приводит.

Для расчета линейных жесткостей в SolidWorks был применен статический анализ. Конструкция закреплялась в местах крепления подшипников и по трем направлениям прикладывалось ускорение заданной величины. Из равенства сил инерции и упругости при статическом равновесии вычислялась линейная жесткость конструкции.

Для платформы жесткости получены равными: $c_{x\text{пл}} = 1.6 \cdot 10^8\ \frac{\text{Н}}{\text{м}}, c_{y\text{пл}} = 2.4 \cdot 10^7\ \frac{\text{Н}}{\text{м}}$, $c_{z\text{пл}} = 4.1 \cdot 10^6\ \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Для рамки: $c_{x\text{р}} = 5.9 \cdot 10^7\ \frac{\text{Н}}{\text{м}}, c_{y\text{р}} = 3.3 \cdot 10^7\ \frac{\text{Н}}{\text{м}}, c_{z\text{р}} = 4.6 \cdot 10^6\ \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.

Полученные результаты расчетов могут быть использованы в курсовых работах студентов старших курсов соответствующих специализаций.

Список литературы

1. Колосов Ю.А., Ляховецкий Ю.Г., Рахтеенко Е.Р. Гироскопические системы. Проектирование гироскопических систем (в двух частях). Ч. II. Гироскопические стабилизаторы. / под ред. Д.С. Пельпора.: учеб. пособие для вузов. М.: Высш. школа, 1977. 223 с.

2. Справка по SOLIDWORKS. Частотный анализ URL: https://help.solidworks.com/2023/RUSSIAN/SolidWorks/sldworks/c_Frequency_Analysis.htm, (Дата обращения: 06.05.2024 г.)

УДК 531.383

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ИНДИКАТОРНЫХ ГИРОСТАБИЛИЗАТОРОВ

Сырчина А.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
syyrchinaas@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Кулешов А.В., к.т.н, доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Для исследования земной поверхности в современном мире всё чаще прибегают к аэрофотосъёмке с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Во время полёта БПЛА испытывает воздействие различных сил и моментов, что приводит к изменению параметров его движения, и как следствие, всех объектов, установленных на нём. Оптические приборы получили широкое распространение в качестве полезной нагрузки на летательных аппаратах. Для сохранения абсолютного углового положения объекта стабилизации, в частности оптического устройства, повсеместно используются гироскопические стабилизаторы (гиростабилизаторы, ГС) [1]. Помимо сохранения углового положения в инерциальном пространстве гиростабилизатор позволяет управлять этим положением, осуществляя наведение оптической оси на объект визирования.

В ходе проектирования системы гироскопической стабилизации возникают проблемы, связанные с обеспечением работоспособности системы, в частности устойчивости и качества регулирования, в условиях выполнения требований по точности и габаритам разрабатываемого устройства. Выполнение вышеупомянутых требований, предъявляемых техническим заданием, возможно различными способами. В работе рассмотрены основные принципы построения малогабаритных гиростабилизаторов.

Указанные устройства зачастую используют кинематическую схему, представляющую собой наружный карданов подвес, который обеспечивает две оси стабилизации: ось платформы и ось рамки. На каждой из осей стабилизации установлены датчики момента, обеспечивающие компенсацию внешнего возмущающего момента, а также датчики угла, используемые для получения информации об относительных углах рассогласования платформы и рамы, рамы и основания (корпуса летательного аппарата).

Для данной кинематической схемы в работе были исследованы два метода индикаторной стабилизации: метод прямой индикаторной стабилизации и метод косвенной индикаторной стабилизации, в соответствии с применяемой в статье [2] терминологией. Основным отличием этих методов является место установки чувствительного элемента, в роли которого в системах гироскопической стабилизации выступают различные гироскопические устройства, например, динамически настраиваемые гироскопы или датчики угловой скорости. В данной работе был рассмотрен ГС с использованием микромеханического датчика угловой скорости. Установка гироскопического датчика не на платформе, а на основании позволяет уменьшить габаритные размеры разрабатываемого гиростабилизатора.

В процессе научного исследования были построены структурные схемы двух методов индикаторной стабилизации, проведено моделирование контуров стабилизации и управления с использованием прикладного пакета MATLAB Simulink. В составе структурных схем можно выделить следующие передаточные функции: платформы/рамы, датчика угловой скорости, датчика момента, регулятора в контуре стабилизации, контура управления. В качестве

регулятора в контуре стабилизации был использован ПД-регулятор, в качестве регулятора в контуре управления – ПИ-регулятор.

Таким образом, в рамках данной работы были исследованы основные принципы построения малогабаритных гиростабилизаторов и проведено моделирование работы данных устройств с использованием прикладного пакета MATLAB Simulink.

Список литературы

1. Козлов В.В., Кулешов А.В., Фатеев В.В. Гироскопические стабилизаторы съемочной аппаратуры. Опыт разработки // Авиакосмическое приборостроение. 2013. № 12. С. 27-42.
2. Kennedy P.J., Kennedy R.L. Direct versus indirect line of sight (LOS) stabilization // IEEE Transactions on control systems technology. 2003. № 11 (1). С. 3-15.

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ»

УДК 004.032.26

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ СОЗДАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ИСКУССТВА И ДИЗАЙНА

Алеворян А.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
alevoryanai@student.bmstu.ru
Муратова Д.Э., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
muratovadea@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Боровик И.Г., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

С каждым годом нейронные сети с большей активностью закрепляются в повседневной жизни человечества и образовывают колоссальное количество инновационных возможностей в различных сферах. Искусственный интеллект играет важную роль в имитации и производстве крупномасштабных дизайнов, таких как баннеры электронной коммерции. Тем не менее, он менее успешен в творческом и совместном дизайне.

Нейронные сети стали осуществлять творческий художественный дизайн. В 2014 году были предложены генеративные состязательные сети (GAN), благодаря чему алгоритмы искусственного интеллекта (ИИ) становятся более креативными [1]. GAN может выполнять перевод изображения в изображение, генерацию текста в изображение и другие творческие приложения. Захват внутренних характеристик нейронной сети свертки (CNN) также является практическим методом художественного создания изображений, а не только в процессе традиционного распознавания и обработки изображений.

Благодаря эволюционным алгоритмам и формированию алгоритмической эстетики видно уникальное сочетание искусства и технологий. Благодаря использованию метода генерации, в дизайне можно достигать конечных результатов за краткий срок, моделировать уникальные объекты, расширять возможности автора в создании оригинальных решений. Одной из целей ИИ можно выделить помощь людям в повышении производительности и эффективности для выполнения задач.

Например, бренд Yves Saint Laurent, который известен в сфере высокой моды и парфюмов, задействовал ИИ в последней работе и презентовал YSL Scent-Sation. YSL Scent-Sation – это устройство, которое использует нейробиологию для дальнейшего предоставления индивидуализированных советов по ароматам. Сочетая нейробиологию и искусственный интеллект с полисенсорным опытом, революционная система распознает 5 разных приятных эмоций, вызванных 14 различными аккордами, представляющими 27 ароматов Yves Saint Laurent. После превращает их в уникальную персонализированную подборку из 3 ароматов.

Нейронные сети могут быть использованы для создания оригинальных и уникальных произведений искусства. Они могут обучаться на большом количестве изображений различных стилей и жанров, а затем использовать полученные знания для генерации новых, уникальных произведений. Например, нейронная сеть может быть обучена на коллекции картин различных художников, и затем генерировать новое изображение, сочетающее элементы разных стилей и жанров.

Одним из наиболее известных примеров использования нейронных сетей в искусстве является проект «DeepDream» от компании Google. В этом проекте нейронные сети используются для создания психоделических и фантасмагорических изображений, которые поражают

воображение зрителей. Нейронные сети способны анализировать и искажать изображения, создавая уникальные, абстрактные композиции.

Нейронные сети могут быть использованы для дизайна ткани, предлагая новые возможности для творчества и инноваций в текстильной индустрии. Генерация уникальных дизайнов возможна благодаря обучению нейронных сетей на изображениях существующих дизайнов тканей возможно получить совершенно новые и оригинальные дизайны, сочетая различные элементы изображений и варьируя цвета, узоры и текстуры [2, 3].

Для проведения исследования востребованности использования нейронных сетей для искусства и дизайна был проведен опрос среди дизайнеров. Результаты опроса показали, что при работе над дизайн-проектами более 70% дизайнеров сталкиваются с проблемой большого количества повторяющихся и рутинных задач, отнимающих время. Дизайнеры отметили, что наиболее полезными возможностями считают для себя автоматизацию рутинных процессов для увеличения производительности и сокращения времени на создание изображения, хотя при этом большинство опрошенных относятся нейтрально к ценности использования нейронных сетей в работе с изображениями и дизайном, однако не отрицают, что это может быть полезно.

Применение систем на основе нейронных сетей постепенно затрагивают все виды профессиональной деятельности [3]. Нейронные сети открывают перед нами новые горизонты творчества, позволяя создавать удивительные изображения, которые ранее были недоступны для человеческого разума. Художники и дизайнеры пока скептически относятся к новым системам и видят возможности нейронных сетей только в качестве автоматизации рутинных процессов. Разработка новых систем генерации изображений на основе нейронных сетей, возможно, даст начало новой эпохи искусства и вдохновит дизайнеров и художников на совместное с искусственным интеллектом творчество.

Список литературы

1. Керимова С.Ш., Бекк М.В. Нейронные сети и их применение в современной моде // Мир науки, культуры и образование. 2014. В. 47. №4. С.272-273.
2. Deldjoo Y., Nazary F., Ramisa A. et al. A Review of Modern Fashion Recommender Systems // ACM Computing Surveys. 2023. V. 37. № 4. DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.2202.02757.
3. Локтев А.А., Локтев Д.А. Определение параметров состояния объектов путем анализа их изображений с помощью нейронной сети: сборник статей всероссийской научно-технической конференции «Транспортное строительство» (Москва, 01–05 марта 2020 года). Москва: Издательство «Перо», 2020. С. 4-16.

УДК 004.89

МАССОВАЯ ОЦЕНКА ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

Белькова Е.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
belkovaea@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Гребенюк Е.А., д.т.н., профессор,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

В современном мире недвижимость является одним из основных активов, поэтому точная оценка ее стоимости важна для многих сфер [1, 2], включая рынок жилья, страхование, налогообложение и инвестиции. Целью данного исследования является сравнение эффективности линейной регрессии, лассо и Ридж регрессии в задаче массовой оценки недвижимости.

Линейная регрессия в оценке недвижимости часто используется как базовый метод, с которым сравниваются другие модели [3].

Формула линейной регрессии:

$$y = \beta 0 + \beta 1 * x1 + \cdots + \beta n * xn,$$

где (x1, …, xn) – характеристики объекта недвижимости, βi – численные коэффициенты, показывающие вклад соответствующих характеристик объекта в его стоимость.

Метод Лассо применяется для отбора наиболее важных признаков и борьбы с переобучением. Этот метод позволяет учесть большое количество факторов, при этом автоматически отбирая наиболее важные из них и уменьшая влияние менее значимых.

Формула Лассо регрессии:

$$minimize\left(\frac{1}{2N}\sum_{i=1}^{N}(y_i - \widehat{y_i})^2 + \alpha\sum_{j=1}^{p}\left|\beta_j\right|\right),$$

где N - количество наблюдений, y_i - фактическое значение цены дома, $\widehat{y_i}$ - предсказанное значение цены дома, α - параметр регуляризации, β_j - коэффициент регрессии, p - количество предикторов в модели.

Ридж регрессия используется для борьбы с переобучением и мультиколлинеарностью признаков. Этот метод позволяет учесть все доступные признаки, при этом уменьшая влияние тех признаков, которые сильно коррелируют друг с другом.

Формула Ридж регрессии:

$$minimize\left(\frac{1}{2N}\sum_{i=1}^{N}(y_i - \widehat{y_i})^2 + \alpha\sum_{j=1}^{p}{\beta_j}^2\right),$$

где N - количество наблюдений, y_i - фактическое значение цены дома, $\widehat{y_i}$ - предсказанное значение цены дома, α - параметр регуляризации, β_j - коэффициент регрессии, p - количество предикторов в модели.

Регуляризация в методах Ридж и Лассо является способом контроля за сложностью модели путем добавления штрафных членов к функции потерь. Это помогает предотвратить переобучение модели, улучшить её обобщающую способность и сделать оценки коэффициентов более стабильными.

Регуляризация Ридж добавляет штраф к сумме квадратов коэффициентов в модели. В случае Лассо штрафуется сумма абсолютных значений коэффициентов. Лассо может установить веса некоторых предикторов точно в ноль. Ридж не устанавливает веса в ноль и обычно хорошо работает, когда в модели присутствуют коррелированные предикторы.

Ридж регрессия штрафует коэффициенты пропорционально их расстоянию от нуля. Лассо регрессия штрафует коэффициенты пропорционально сумме абсолютных значений коэффициентов.

Результаты эксперимента

Упомянутые выше модели были применены к данным о рынке недвижимости в Москве. Начальный набор данных прошел проверку на полноту и репрезентативность, а также был подвергнут предварительному статистическому анализу. Из этого набора данных были выделены обучающая выборка, на которой строились модели, и контрольная выборка, на которой оценивалось их качество.

Для оценки точности использовалась метрика MAPE, она выражает среднее абсолютное значение процентного отклонения фактического значения от прогнозируемого в процентах.

Полученные результаты эксперимента следующие:

Линейная регрессия - Mean Absolute Percentage Error (MAPE): 6.215%

Метод Лассо - Лучшие параметры: {'regressor__alpha': 1.0}, Лучший результат на кросс-валидации: 0.6540872696616252, Mean Absolute Percentage Error (MAPE): 6.175%

Ридж регрессия - Лучшие параметры: {'regressor__alpha': 37.2759372031494, 'regressor__solver': 'saga'}, Лучший результат на кросс-валидации: 0.6555486983672323, Mean Absolute Percentage Error (MAPE): 6.198%.

Исходя из результатов, можно сделать следующие выводы:

1. Лассо и Ридж регрессии показали незначительное улучшение по сравнению с линейной регрессией по показателю MAPE;
2. Несмотря на небольшое улучшение, различия в точности между Лассо, Ридж и линейной регрессиями являются минимальными;
3. Это может указывать на то, что использование регуляризации (Лассо и Ридж) не дало значительного преимущества в сравнении с базовой линейной регрессией в данном конкретном эксперименте;
4. Для моделей Ридж и Лассо представлены лучшие параметры регуляризации, полученные в результате процесса кросс-валидации с целью минимизации MAPE и обеспечения лучшей обобщающей способности модели.

Список литературы

1. 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. С. 72-80.
2. Локтева О.С., Локтев Д.А. Особенности развития риск-ориентированного подхода на железной дороге // Транспортные сооружения. 2017. Т. 4. № 4. С. 6. DOI: 10.15862/08TS417.
3. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Springer Science & Business Media. 2009. DOI: https://doi.org/10.1007/978-0-387-84858-7.

УДК 004.89

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМУ АНАЛИЗУ ДАННЫХ

Кешта С.И.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
samer.issam99@gmail.com
Научный руководитель: Локтев Д.А., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Интеллектуальный анализ данных – это процесс обнаружения закономерностей, корреляций и тенденций в больших наборах данных для извлечения полезной информации. Методы включают кластеризацию, классификацию, интеллектуальный анализ правил ассоциации и обнаружение аномалий.

Системы поддержки принятия решений (DSS) – это интерактивные компьютерные системы, предназначенные для поддержки процессов принятия решений. Они предоставляют аналитические инструменты, модели и визуализацию данных, которые помогают пользователям принимать обоснованные решения [1].

Интеллектуальный анализ данных расширяет возможности DSS, предоставляя ценную информацию, полученную на основе больших объемов данных.

DSS, в свою очередь, облегчает использование результатов интеллектуального анализа данных, представляя их в удобном для пользователя интерфейсе и помогая лицам, принимающим решения, интерпретировать добытую информацию.

Интеграция позволяет организациям использовать основанную на данных информацию для принятия стратегических решений, решения проблем и оптимизации бизнес-процессов.

Компоненты DSS на основе интеллектуального анализа данных:

1. Сбор и интеграция данных: сбор данных из различных источников и интеграция их в единый набор данных, пригодный для анализа.
2. Предварительная обработка данных: очистка, преобразование и повышение качества данных для их подготовки к интеллектуальному анализу.
3. Алгоритмы интеллектуального анализа данных: использование таких алгоритмов, как деревья решений, нейронные сети, кластеризация и анализ ассоциативных правил, для извлечения закономерностей и аналитической информации из данных.
4. Модели принятия решений: разработка моделей и правил на основе обнаруженных шаблонов для поддержки принятия решений.
5. Визуализация и презентация: представление полученных результатов посредством визуализаций, информационных панелей и отчетов для облегчения интерпретации и принятия решений.
6. Пользовательский интерфейс: предоставление пользователям интуитивно понятного интерфейса для взаимодействия с системой, запроса данных и изучения ценной информации.

Одна из проблем, с которыми мы сталкиваемся, — это огромный рост данных (масштабируемость), поэтому нам необходимо найти решения, позволяющие избежать масштабируемости.

Традиционные методы и методы анализа данных стали недостаточными для обработки огромного количества, скорости и разнообразия данных, генерируемых из различных секторов [2].

Потому что классические статистические методы, несмотря на свою мощь, не могут работать с неструктурированными или полуструктурированными типами данных и им не хватает необходимой гибкости для адаптации к быстро меняющейся среде данных [3].

Таким образом, у нас есть методы машинного обучения, которые отличаются способностью обрабатывать большие объемы данных и выявлять сложные закономерности и взаимосвязи, а такие методы машинного обучения, как обучение с учителем, обучение без учителя и глубокое обучение, способны автоматически выявлять скрытые закономерности и делать прогнозы и получать ценную информацию на основе больших и сложных наборов данных [2].

Используя оба метода, мы можем извлечь выгоду из классических статистических методов и алгоритмов машинного обучения, решать поставленные перед нами задачи с большей уверенностью и точностью.

Список литературы

1. 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. С. 72-80.
2. Rupnik R. Integrating Data Mining and Decision Support through Data Mining Based Decision Support System // Journal of Computer Information Systems. 2007. V. 47 I. 3. pp. 89-104.
3. Локтева О.С., Локтев Д.А. Особенности развития риск-ориентированного подхода на железной дороге // Транспортные сооружения. 2017. Т. 4. № 4. С. 6. DOI: 10.15862/08TS417.

УДК 004

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ – ПЛАНИРОВЩИК ЗАДАЧ

Ким Д.К., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
kimd2013@yandex.ru
Любимов Д.Н., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
Научный руководитель: Видьманов Д.А., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Будучи студентом, не всегда легко суметь распланировать выполнение текущих домашних заданий, подготовку к контрольным мероприятиям и т.п. Актуальность данной работы заключается в том, что целевая аудитория этого мобильного приложения – студенты МГТУ им. Н.Э. Баумана. Это программное обеспечение поможет улучшить успеваемость студентом путем структурированного планирования задач, которые им необходимо выполнить в университете. В данной работе было уделено внимание не только на добавление функций, которые смогут улучшить опыт эксплуатирования, но также на разработку удобного и стильного интерфейса. В качестве языка программирования был выбран Swift [1], а также SwiftUI для создания интерфейса мобильного приложения [2, 3]. В качестве базы данных используется Firebase.

Разработка проводилась с учетом добавления основных функций:

- функция авторизации уже существующих пользователей;
- функция создания аккаунта для нового пользователя;
- функция добавления новой задачи;
- функция удаления задачи;

Также были разработаны дополнительные функции:

- функция определения важности/сложности определенной задачи;
- функция отметки задачи как выполненной;
- функция расчета статистики выполненных заданий.

Были введены некоторые термины, которые помогают более детально понять предметную область. Уровень важности – шкала от 0 до 3, где 0 – не важное задание, 3 – очень важное задание. Задача – запись, которая выводится на экран после введения названия, даты и уровня важности. Статистика – результат подсчета выполненных задач в срок и выполненных задач не в срок.

Данное приложение состоит из 6 экранов: экран авторизации пользователя; экран регистрации пользователя; экран аккаунта пользователя, который делится на три экрана (экран списка заданий, экран статистики и экран пользователя); экран создания нового задания. Каждый из экранов связан с классом, который отвечает за функции, реализованные для данного экрана и связью с базой данных. Например, экран статистики связан с классом StatisticsViewModel, который производит вычисления статистики из загруженной информации из базы данных.

Пользователь, желающий создать запись о задаче, которую ему необходимо выполнить, заходит в приложение и заполняет соответствующие поля для создания записи задачи. Имеются следующие особенности:

- пользователь может ввести название задачи;
- пользователь может выбрать дату завершения срока выполнения задачи;
- пользователь может указать уровень важности конкретного задания;
- пользователь может увидеть статистику о выполненных в срок задач, о выполненных не в срок задач.

Если все данные заполнены верно (выбрана дата не раньше сегодняшнего дня, название не является пустой строкой), то создается запись задания.

Уровень важности задачи был введен для того, чтобы приоритизировать задачи. Это поможет студенту сконцентрировать свое внимание более значимых задачах. Функция статистики оценит общую успеваемость пользователя при выполнении задач.

Так как вся база данных пользователей храниться на стороннем сервере, необходимо было предусмотреть, чтобы эта информация была зашифрована в целях безопасности. Для этого был написан алгоритм, который будет зашифровывать и дешифровывать личную информацию пользователей. Используется симметричное шифрование AES с режимом галоченкового кода (GCM) для шифрования и дешифрования данных. Ключ генерируется случайным образом.

В мобильном приложении также используется технология машинного обучения. С помощью него прогнозируется время выполнения задач. Приложение может анализировать данные о прошлых задачах пользователя и на их основе предсказывать время, необходимое для завершения новых задач. Это поможет студенту более точно планировать свои дела и управлять временем, что в свою очередь положительно скажется на его успеваемости.

Таким образом, данное мобильное приложение в совокупности всех его функций направлено на упрощение планирования задач при обучении в университете, что вследствие приводит к улучшению успеваемости студента.

Список литературы

1. Фролов В.В. Swift - язык, который изменит мир программирования // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2017. № 1. С. 32-143.
2. Анатолий С.В., Руслан И.Б. Разработка мобильного приложения для операционной системы iOS в среде разработки Xcode // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. 2017. № 10. С. 23–25.
3. Rashedul I., Rofiqul I., Tahidul A.M. Mobile Application and Its Global Impact // International Journal of Engineering & Technology. 2010. № 6. pp. 145-245.

УДК 004.891.3

РАСПОЗНАВАНИЕ РЕЧЕВЫХ ЭМОЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

Ливанский А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
livanskiiaa@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Локтев Д.А., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Распознавание речевых эмоций – это попытка распознать человеческие эмоции и аффективные состояния по речи. Оно основано на том факте, что голос часто отражает глубинные эмоции через звук и высоту тона. Это также феномен, который, например, используют такие животные, как собаки и лошади, чтобы иметь возможность понимать человеческие эмоции.

Распознавание эмоций набирает всё большую популярность [1], и потребность в ней и её актуальность чрезвычайно возрастает. Было открыто целое направление по распознаванию эмоций – профайлинг, который включает в себя психологические методы и методики оценки эмоционального состояния на основе речи, внешнего состояния и невербального и вербального поведения. Широкое распространение получили приборы определения эмоций и состояния по биометрическим данным, например, полиграф. Примеров применения распознавания эмоций множество: к примеру, в работе полиции, медицинских учреждениях, при определении состояния человека на тяжёлом производстве [1, 2]. Но ни человек, ни биометрия не способны определить эмоции в точности. Поэтому всё чаще используют машинное обучение, обученные модели которого позволяют с высокой точностью определить эмоциональное состояние человека.

В качестве основных задач необходимо рассмотреть следующие:

1) Выявление типовых эмоций человека для решения задачи. Люди способны выражать широкий спектр эмоций. Считается, что их можно описать как комбинацию базовых эмоций (например, ностальгия – это что-то среднее между печалью и радостью). Для реализации небольшой системы не нужно рассматривать «оттенки» различных эмоций и их комбинации. Достаточно взять несколько эмоций, которые проявляются чаще всего и разрабатывать алгоритм на их основе. Психолог Пол Экман в 70-х годах выявил такие эмоции: счастье, грусть, отвращение, страх, удивление, гнев и спокойствие.
2) Сравнение популярных нейронных сетей для распознавания речи и выбор наиболее подходящей. Для реализации алгоритма была выбрана свёрточная нейронная сеть [3]. В отличие от других она может обрабатывать большие объёмы звука, в ней решена проблема затухания градиента при больших данных, быстрая, простая и способна обрабатывать большой объём данных.
3) Разработка алгоритма, рассматривающего следующие этапы:

1. Подготовка данных. На данном этапе происходит подготовка данных, включающая сбор и обработку аудиозаписей с различными эмоциями. Собранные данные подкрепляются данными из известных датасетов, в которых также собраны записи голоса людей разных национальностей, рас, возрастов, разного пола для увеличения точности классификации с учётом таких тонкостей.
2. Извлечение признаков. Данные, предоставляемые аудио, не могут быть поняты моделями напрямую, поэтому нам необходимо преобразовать их в понятный формат, для которого используется извлечение признаков. Аудиосигнал – это трехмерный сигнал, в котором три оси представляют время, амплитуду и частоту.
3. Загрузка и предобработка данных. На данном этапе метки классов преобразовываются в бинарные вектора для решения задачи многоклассовой классификации. Выборки разделяются на тестовой и обучающую в заданном пользователе соотношении.
4. Создание модели. На этом этапе создаётся свёрточная нейронная сеть, включающая свёрточные слои, слои объединения и полносвязные слои. Также настраиваются параметры модели.
5. Обучение модели. На данном этапе происходит обучение модели, в котором задействуются поочерёдно слои CNN. Обучение заканчивается, когда достигнута минимальное значение функции потерь, а веса наиболее точно позволяют классифицировать звуковой сигнал.
6. Проверка модели и тестирование результатов.

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. 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. Локтев А.А., Локтев Д.А. Определение параметров состояния объектов путем анализа их изображений с помощью нейронной сети: сборник статей всероссийской научно-технической конференции «Транспортное строительство» (Москва, 01–05 марта 2020 года). Москва: Издательство «Перо», 2020. С. 4-16.

УДК 004.02

МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ СУЩЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

Нунгезер И.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
makmel726@yandex.ru
Научный руководитель: Локтев Д.А., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Зрение – это основной способ восприятия окружающего мира человеком. В эпоху цифровизации всех сфер жизни человека закономерным образом встаёт задача автоматизации тех операций, которые человек осуществляет на основе зрительного восприятия. Это и классификация объектов, и оценка положения этих объектов в пространстве, и отслеживание их положения с течением времени, и многие другие. ЭВМ могут выполнять эти же операции на основе цифровых изображений реального мира [1, 2]. Однако существуют ограничения на быстродействие ЭВМ и различные подходы к обработке изображений. Так или иначе, всё сводится к тому, что изначальное изображение необходимо преобразовать так, чтобы выделить из него наиболее информативные признаки, используемые в дальнейшей обработке изображения.

Существует несколько подходов выделения таких признаков: выделение границ на изображении, выделение локальных особенностей, выделение статистических характеристик, метод главных компонент или снижение размерности изображения.

Первый подход – выделение границ – заключается в поиске таких точек на изображении, в которых сильно изменяется значение уровня яркости изображения. Среди классических методов выделения краёв выделяют применение фильтров Собеля и фильтров Лапласа. Оба метода предполагают применение к исходному изображению фильтров особого формата, в результате получая набор связанных кривых. То же можно проделать и при помощи операций математической морфологии в виду того, что набор пикселей изображения – это множество однотипных объектов, что также приведёт к выделению краёв на изображении [1].

Второй подход – выделение локальных особенностей. Под локальными особенностями подразумеваются углы, и области. Угол на изображении – это резкое изменение направления кривой. Основной метод детектирования углов – это детектор Харриса, который находит такие точки изображения, где градиент имеет два преобладающих направления. Областей на изображении гораздо меньше, но они более точно характеризуют сцену или объект. Основные методы выделения областей – это IBR (Image-based Rendering), описывающий обрасти при помощи эллипсов, и MSER (Maximally Stable Extremal Regions), оценивающий по заданному порогу области с наименьшим изменением уровня яркости.

Третий подход – метод главных компонент. Заключается в построении проекции изначальных признаков на пространство меньшей размерности [3]. Эта проекция должна быть построена так, чтобы при данной размерности пространства признаков при восстановлении до изначальной размерности значения признаков минимально отличались от оригинальных. Иными словами, при снижении размерности должно потеряться как можно меньше информации об оригинальном изображении.

Существует ещё несколько подходов к решению задачи выделения ключевых признаков, и все они, как и три описанные выше, призваны снизить количество данных, необходимых для обработки изображения, при этом сохраняя максимальное количество информации об исходном изображении.

Список литературы

1. Чанг Б.Т.Т., Спицын В.Г. Анализ методов выделения краев на цифровых изображениях // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2010. В. 22. № 2-2. С. 221-223.

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. Мокеев В.В., Томилов С.В. О решении задачи распознавания изображений методом главных компонент и линейным дискриминантным анализом // Компьютерная оптика. 2014. Т. 38. № 4. С. 871-880.

СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ»

УДК 004.9

КАЛИБРОВКА КВАНТОВОГО УСТРОЙСТВА

Акулова А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
miss-stasya1303@yandex.ru
Ковыршин П.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
pahan4781@gmail.com
Научный руководитель: Гапанюк Ю.Е., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Под алгоритмом калибровки подразумевается ПО для проведения кластерного анализа данных. На вход алгоритма поступает датасет, соответствующий картинке кубита. Три колонки X, Y, Z, при этом мы считаем, что задана функция двух переменных Z=f (X, Y). X - напряжение, Y - частота, Z - магнитуда. Задачами являются: найти наиболее толстую верхнюю параболу, которая идет от края до края и визуализировать данные.

Необходимо разобраться, что же такое кластеризация. Кластерный анализ или же просто кластеризация – это разделение большой группы объектов на несколько маленьких, где каждая новая группа и является кластером. Каждая новая группа создается по определенному критерию, который задает разработчик. То есть в качестве критерия может выступать любая особенность объекта: вид, форма, размер, категория и т.д. Внутри одного кластера объекты могут как-либо отличаться по разным критериям, однако хотя бы по одному они должны совпадать. Кластерный анализ в наше время получил большую популярность в самых разных сферах, начиная с медицины, где нужно анализировать эффективность лечения, заканчивая маркетингом, где нужно понимать, что нужно каждому типу клиентов [1].

В качестве инструмента по созданию алгоритма калибровки в проекте выбран язык программирования Python. Python — это интерпретируемый, высокоуровневый объектно-ориентированный язык общего назначения, используемый для разработки искусственного интеллекта, веб-разработки и т.д. Питон считается одним из самых простых языков программирования, который сейчас изучают даже в школе, он также требует не так много строк кода и заниматься отладкой на питоне не так сложно. В питоне много библиотек для визуализации данных, что сильно упрощает жизнь. Он очень гибкий и масштабируемый, в нем много наборов инструментов [2].

Алгоритм должен выполнять конкретную задачу – кластеризацию данных, чтобы обеспечить практичность и широту его применения:

- Использовать собственный алгоритм кластеризации,
- Визуализация данных,
- Простой ввод в эксплуатацию,
- Обработка больших и маленьких наборов данных,
- Программа должна поддерживать интеграцию в другой программный код для поддержки дальнейшего использования в целях анализа данных и машинного обучения.

Может показаться, что существует уже очень много различных сайтов и решений по вопросу кластеризации, да и задачи алгоритма элементарные, однако, проанализировав различные решения обработки спектроскопических данных квантового вычислителя, можно прийти к выводу, что существующие решения не полностью закрывают поставленные задачи, каждое решение выполняет множество различных действий, однако не нашлось ни одного, которое было бы способно реализовать все уникальные необходимые функции для поставленного задания. Скорее всего проблема заключается в том, что интерес разработчиков к так называемому

«квантовому компьютеру» необычно возрос только в последнее время. Идея воспользоваться возможностями квантовой механики не нова, она привлекала людей и раньше. Однако только сейчас этой темой занялись усиленно, только сейчас начинают проводить серьезные эксперименты в этой области.

Поэтому был успешно разработан собственный алгоритм калибровки данный. Он содержит следующие шаги:

- Предварительно кластеризовать точки с помощью алгоритма DBSCAN, соответствующие «столбику» по оси Z или отдельному значению по оси X. Каждому значению X соответствует отдельный кластер.
- Найти “центры” кластеров. Под “центром” понимается характеристическая точка кластера, ей является самая далеко лежащая от среднего значения по оси Z.
- Определяем, с какой стороны находится полоска - слева или справа. Это можно определить по количеству кластеров для соответствующего X и количеству точек в кластерах.
- Начинаем цикл с противоположной стороны от полоски.
- Перебираем все кластеры, которые соответствуют крайнему X (преимущество подхода в том, что кластеры, которые не начинаются с края автоматически отсекаются). Для каждого такого кластера делаем отдельный цикл.
- Ищем ближайший кластер по аналогии с методом ближайшего соседа, основанном на радиусе. Вложенным циклом постепенно увеличиваем радиус, пока ближайший сосед не будет найден. При поиске можно учитывать параболическую форму кластера.
- Если цепочка кластеров «обрывается», то цикл завершается неуспехом (кластер от края до края не найден).
- Если цепочка кластеров полностью пройдена, то необходимо в “полоске” взять только точки, которые соответствуют параболической форме кластера.
- В результате получается набор “аккуратно” выделенных кластеров от края до края. Далее их можно анализировать, чтобы определить, что наиболее «толстый» кластер находится сверху.

Список литературы

1. Лаптев В.В., Орлов П.А. Кластерный анализ визуального восприятия структуры данных // Бизнес-информатика. 2015. № 3. С. 34-43.
2. Документация Python. URL: https://www.python.org/doc/ (Дата обращения 24.04.2024).

УДК 004.896

СЕМАНТИЧЕСКАЯ ФАЙЛОВАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ ГРАФА ЗНАНИЙ

Евдокимов А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
arug113@gmail.com
Научный руководитель: Сухобоков А. В., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Семантической файловой системой называется такая система, в которой хранение файлов основано на смысле и внутреннем содержании этих файлов [1]. В большинстве существующих реализаций это обеспечивается через набор пользовательских тегов, проставляемых для каждого файла вручную.

В отличие от классической иерархической структуры хранения файлов, семантическая файловая система позволяет обеспечить более гибкий способ организации хранения данных и удобный поиск нужных файлов. Система тегов, превалирующая в текущих реализациях, хоть и

позволяет эффективно искать файлы по их смыслу, обладает важным недостатком – необходимостью вручную проставлять каждый тег. Этот процесс может быть неудобен, так как, во-первых, нужно помечать множеством тегов каждый файл, что может быть слишком трудозатратно. Во-вторых, чревато ошибками, если забыть проставить нужный тег или допустить опечатку в названии. И, в-третьих, не дает организовать семантические связи между разными тегами, что может быть полезно при поиске файла, когда пользователь забыл, какие именно теги были проставлены.

Предлагаемая реализация семантической файловой системы основывает свою работу на графе знаний. Граф знаний – это такой вид базы знаний, где связь между данными основывается на ориентированных графах, вершинами которых являются некоторые объекты (имена, названия, отдельные сущности), а ребрами – отношения между объектами.

Такая система позволяет обеспечить полуавтоматическое присваивание семантических категорий файлам. На начальных стадиях работы с файловой системой все еще существует необходимость ручного проставления множества тегов и отношений, на основе которых будет создан граф.

Этот граф создает некоторую иерархическую структуру между тегами. В зависимости от степени связности, основанной на расстоянии между объектами (количество ребер, которые необходимо пройти от одной вершины к другой), файлам автоматически будут проставляться дополнительные теги. Дополнительная система подтегов в таком случае обеспечит более тонкую настройку получившейся сети.

При составлении графа также будут анализироваться внутреннее содержимое файлов, их расширения и метаданные. Таким образом, при поиске нужного файла будет выдаваться ранжированный набор файлов: от более релевантных тегов (в оптимальном случае – полное совпадение), до тегов определенного порядка родства (то есть степень связи между вершинами).

Сама файловая система может как основываться на уже существующей иерархической (то есть являться либо виртуальной файловой системой, либо надстройкой над имеющейся), так и представлять собой отдельную систему. Независимо от этого, необходимо решить три основных задачи: как именно будут храниться файлы, как будет храниться граф знаний и, наконец, где будут храниться теги.

В данном конкретном случае виртуальная файловая система более предпочтительна, ввиду сложности проектирования полноценной файловой системы. Тогда файлы могут храниться в различных директориях (в том числе вложенных), каждая из которых репрезентирует отдельный тег. Связи в таком случае будут обеспечены символьными ссылками на директории и файлы. Либо связь между ними будет обеспечена исключительно графом знаний. Граф знаний при этом может храниться, например, в реляционной базе данных, в графовой базе данных или в виде отдельного файла (.xml или другой формат).

Отдельная реализация файловой системы может использовать графовый формат напрямую. Либо использовать такие структуры данных, которые обеспечивают быстрый поиск нужного файла. Теги, в свою очередь, могут храниться в реляционной базе данных, в виде части имени файла или же в виде отдельных метаданных.

Важная часть получившейся файловой системы – создание эффективных индексов для поиска файлов по категориям. Учитывая вероятные множества связей между разными файлами, индексы должны иметь сложную структуру, на основе которой будет производиться поиск файлов. Например, она может выглядеть как иерархическая сеть ссылающихся друг на друга множества тегов.

Для описанной файловой системы необходим также комфортный пользовательский интерфейс. Предлагается использовать имеющееся графовое представление, но без именованных связей (то есть оставить их безымянными). При этом визуальный размер вершин будет зависеть от степени использования соответствующего тега. Тогда присваивание нового тега будет осуществляться либо мануально-визуальным способом (перетаскивание файла на конкретный тег), либо обычным написанием тега текстом вручную.

Подведём итоги: в статье была рассмотрена имплементация файловой системы на основе графа знаний. Такая система позволит обеспечить высокий уровень семантической связи внутри множества тегов, при этом частично автоматизируя процесс организации пространства категорий [2].

Список литературы

1. Gifford D.K. et al. Semantic file systems // ACM SIGOPS operating systems review. 1991. V. 25. № 5. pp. 16-25.
2. What is Knowledge Graph? // ontotext.com. URL: https://www.ontotext.com/knowledgehub/fundamentals/what-is-a-knowledge-graph/ (Дата обращения: 15.04.24)

УДК 004.896

КОМБИНИРОВАННЫЙ АКТИВНО-ПАССИВНЫЙ МЕТОД ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ ДЛЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Зозуля О.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
flexx2412@gmail.com
Научный руководитель: Сухобоков А.В., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Основными особенностями современной деловой среды являются интенсивный темп изменений и непредсказуемость происходящих событий и процессов. При условии нестабильности, колебаний и отсутствия определенности типичные решения и привычные методы решения проблем перестают быть эффективными. Чтобы обеспечить долгосрочную жизнеспособность и устойчивость, компаниям необходимо быть готовыми к различным сценариям развития событий и способным предвидеть возможные риски.

Инструментом глубокой проработки будущих тенденций служит сценарное планирование, которое может обеспечить компании стратегическую гибкость, адаптивность и высокую скорость принятия управленческих решений.

Сценарное планирование – это метод анализа будущего, который используется для создания и оценки различных гипотетических сценариев и их воздействия на цели. Оно создает возможность выявления условий для перспективного развития и помогает принимать текущие решения с учетом сформулированных стратегических целей и кризисных явлений [1]. Данный подход помогает организациям, правительствам и другим группам адаптироваться к потенциально неопределенному будущему, предвидеть изменения и разрабатывать стратегии, которые могут быть эффективны в различных возможных будущих условиях. Разработка сценариев заключается в построении разнообразных сценариев будущего, включающих в себя последовательные и взаимосвязанные события и действия, которые с определённой долей вероятности могут привести к ожидаемым исходам. Главная цель стратегического сценарного планирования – предвосхитить события и обеспечить организацию адаптивным набором стратегий и эффективного ответа на изменения в условиях повышенной неопределенности и риска.

Вся совокупность сценариев образует сценарную сеть, с возможностью перехода между состояниями. Для работы со сценарной сетью хорошо подходит reinforcement learning (RL) [2]. В RL выделяют активный и пассивный подход к решению задач. Активное обучение – это метод оптимизации, который предполагает возможность принятия активных действий или изменения параметров в процессе решения задачи. При активном методе агент должен как можно больше испытать свое окружение, чтобы научиться вести себя в нем. Пассивное обучение – это подход к решению задач оптимизации или принятия решений, который использует принципы

динамического программирования [3], без возможности принятия активных действий или изменения параметров в процессе решения задачи. Пассивный агент использует последовательность заранее просчитанных вариантов.

В этой работе использован комбинированный активно-пассивный метод RL – это подход, который объединяет активный и пассивный методы RL. Данный подход позволяет учитывать, как активные действия (изменение стратегии, показателей на следующие годы), так и пассивные действия (известны заранее просчитанные варианты), что позволяет избежать ошибок свойственных активныv методам, а также предоставляет некоторую гибкость в принятии решений.

В качестве примера использования комбинированного подхода рассмотрим задачу выбора стратегии на 10 лет. Мы моделируем сценарий, начиная с 2018 по 2027 год, при этом применяем алгоритм Беллмана сначала для периода с 2018 по 2027 гг. Делаем шаг и применяем решение на 2018 год. После года работы обновляем наши показатели, так как они могут измениться от внешних и внутренних факторов, и строим заново сценарную сеть. Далее расчет повторяется с 2019 по 2028 гг. и т.д.

Покажем формальную модель сценарного планирования с применением оптимизатора в виде уравнение Беллмана. Предположим, что у нас есть набор сценариев $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ для каждого года $t = 2018, 2019, \dots, 2027$.

1. **:** $P_{t,i}(S_{t,i}, A_{t,i}, S_{t+1,j}) -$ вероятность перехода из состояния $S_{t,i}$ в состояние $S_{t+1,j}$ после выполнения действия $A_{t,i}$в год t.

Формула Беллмана для определения оптимального перехода:

$$V^*_{t,i}(S_{t,i}) = maxA_{t,i}\left[R_{t,i}(S_{t,i}, A_{t,i}) + \beta \sum_{S_{t+1,j}} P_{t,i}(S_{t,i}, A_{t,i}, S_{t+1,j}) * V^*_{t+1,j}(S_{t+1,j})\right]$$

где: $V^*_{t,i}(S_{t,i}) -$ оптимальное значение для состояния $S_{t,i}$в год t

$maxA_{t,i} -$ максимизация по всем возможным действиям в год t

β - дисконт-фактор, учитывающий временное предпочтение.

Список литературы

1. Гайсин Т.Ф. Сценарное планирование развития региональных отраслевых комплексов как инструмент предотвращения негативных последствий кризиса // Вестник МГОУ. Серия «Экономика». 2009. № 1. С. 3-9.
2. Russell S.J., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. / Ed. Third. New Jersey: Prentice Hall, Inc., A Pearson Education Company, 2010. 1132 p.
3. Беллман Р. Динамическое программирование. М.: Изд-во иностранной литературы, 1960. 401 с.

УДК 004.896:174

О СПОСОБАХ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПРОБЛЕМ ЭТИКИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Королёва Ю.П., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
yukorolyova1@yandex.ru
Позняк А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
nstspznk@gmail.com
Научный руководитель: Сухобоков А.В., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Искусственный интеллект (ИИ) в жизни современного человека играет значительную роль.

Применение ИИ привело к повышению эффективности труда и сокращению затрат, что благоприятно сказывается на экономическом росте, социальном развитии и благосостоянии людей [1]. Например, чат-бот с искусственным интеллектом отвечает на запросы клиентов в любое время, что повышает удовлетворенность клиентов и доходы компании. ИИ позволяет врачам обслуживать пациентов в отдаленных местах с помощью телемедицинских услуг. Нет сомнений в том, что быстрое развитие и широкое применение ИИ уже влияют на нашу повседневную жизнь.

Но на сколько эти решения соответствуют принципам этики? За последние несколько лет наблюдалось множество случаев, когда использование ИИ приводило к неудовлетворительным результатам. Например, Чат-бот Microsoft с искусственным интеллектом Tay.ai был удален, поскольку начал проявлять признаки расизма менее чем через день после того, как присоединился к Твиттеру [2].

Этическая проблема ИИ возникает при поведении, противоречащим моральным ценностям, либо при использовании решений, подвергающим риску и опасности человека. Основными областями, в которых появляются или предположительно могут возникнуть проблемы, являются:

- Конфиденциальность данных. Нарушение конфиденциальности данных может привести к утечке личной информации и к нарушению прав человека;
- Этические проблемы труда. Смещение рабочих мест вызывает проблему экономической нестабильности и социальных беспорядков;
- Дискриминация и предвзятость. Из-за недостаточной разнообразности обучающих данных алгоритмы ИИ могут дискриминировать определенные группы людей;
- Прозрачность. Отсутствие прозрачности в алгоритмах приводит к проблеме объяснения решений и подрывает доверие к системе;
- Ответственность и автономия. Возникает вопрос о том, кто несет ответственность за действия агентов ИИ;
- Согласие и манипуляция: влияние ИИ на выбор. Социальные сети и платформы могут использовать алгоритмы ИИ для трансляции определенного контента, что может привести к узкому мировоззрению и усилению предвзятости;
- Этические стандарты. Крайне важно сформировать всеобъемлющие и объективные этические стандарты для обучения или регулирования ИИ;
- Безопасность алгоритма. Незаконное изменение параметров модели может привести к неправильным решениям и нарушению доверия к системе;
- Безопасность при использовании роботов – помощников. Ошибочные действия роботов угрожают безопасности живых существ и окружающей среды;
- Право собственности. Постепенно интеллектуальные различия между ИИ агентами и людьми будут сокращаться, в связи с чем возникает вопрос, имеет ли ИИ агент права собственности;
- Доступность. Неравенство в доступности технологий может усугубить социальное неравенство;

На сегодняшний день такие организации, как BCG, Bosch, IBM, Европейская комиссия разработали свои этические кодексы и принципы [3]. В каждой организации есть свои особенности и подходы к этике ИИ, но в их основе лежат схожие идеи. Обобщая эти кодексы, можно сделать вывод, что для преодоления проблемы неэтичного ИИ необходимо:

- Сообщать о цели использования данных, о методах их сбора и предоставлять контроль над личной информацией пользователю;
- Иметь возможность объяснить, как алгоритмы приходят к своим прогнозам.
- Регулярно обновлять модели;
- Проводить проверки по методу «черного ящика» и по методу «белого ящика», привлекая для тестирование различные группы и сообщества людей;

- Определять ответственных за соответствие решений, принятых в процессе разработки, принципам этики;
- Регулярно проводить аудит и оценки, которые позволят выявить и исправить потенциальные этические проблемы;
- Устанавливать защиту от вредоносного ПО и вирусов;
- Для решения проблемы повышения безработицы из-за расширения применения ИИ компании должны помогать сотрудникам найти новую работу, соответствующую их способностям, заслугам, целям и финансовым ожиданиям. Также возможно предоставление курсов переквалификации;
- Также возможно применение относительной анонимизации, контроля доступа и других методов, использующих зашифрованные входные данные.

Несмотря на то, что каждая организация стремится реализовать этичное поведение ИИ, в кодексах есть свои особенности, в связи с чем возникает необходимость постоянного совершенствования и обновления правил, поиска новых механизмов решения этических проблем в сфере ИИ, а также создание общего кодекса.

Список литературы

1. Аксентов В.А. Искусственный интеллект в повседневной жизни: развитие и перспективы // Вестник науки. 2023. Т. 3. № 8 (65). С. 80-82.
2. Russell S.J., Norvig P. Artificial intelligence: a modern approach. // Pearson. 2016. pp. 936-938.
3. Balashova A. Ethics of AI: 10 Main Issues and Code Examples // Selzy.com. 2023. URL: https://selzy.com/en/blog/ai-ethics/. (Дата обращения 05.04.2024)

УДК 004.83

СИСТЕМНОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ АКТИВАМИ

Крюков Г.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
gm.crewcow@gmail.com
Научный руководитель: Сухобоков А.В., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Системное машинное обучение (Systemic Learning) как метод обучения искусственного интеллекта (ИИ) является одним из наиболее эффективных подходов к обучению моделей машинного обучения. Этот метод предполагает разбиение задачи на более мелкие подзадачи, которые затем решаются последовательно. [1] Такой подход позволяет улучшить точность и эффективность модели, а также сократить время, необходимое для ее обучения. Одним из преимуществ данного метода является то, что он позволяет использовать различные алгоритмы машинного обучения для решения каждой подзадачи. Это позволяет учесть особенности каждой подзадачи и улучшить качество решения всей задачи в целом. Кроме того, системный подход к обучению позволяет более эффективно использовать данные, так как каждая подзадача обучается на небольшом объеме данных, что снижает вероятность переобучения модели. [2]

Мультиперспективное машинное обучение (MPML) и WSML (whole-system machine learning) – это два важных аспекта системного машинного обучения. В то время как WSML пытается эффективно использовать всю информацию и аспекты для обучения, MPML пытается получить всю информацию, необходимую для обучения всей системы, и пытается интегрировать эту информацию. Основная идея MPML заключается в том, что группировка признаков, поддерживающих одни и те же характеристики, в подмножестве признаков, называемые перспективами, будет способствовать разнообразию точек зрения (классификаторов в ансамбле) и повысит точность предсказания. [3]

MPML связано с задачами машинного обучения, представленными несколькими отдельными наборами показателей. MPML может применяться к различным типам методов обучения: обучению с учителем, обучению с полу-учителем, обучению в ансамбле, активному обучению и т. д. MPML применяет концепцию обучения с несколькими перспективами к обучению в ансамбле, создавая подмножества различных функций по характеристикам, наблюдаемым в наборе данных. Целью MPML является повышение скорости и качества принимаемого решения путем разделения показателей и функций на четко определенные группы, называемые перспективами. Показатели и функции группируются в перспективы по ассоциации, и в зависимости от того, как определены перспективы, будут определяться ассоциации. Вопрос, который пытается решить мультиперспективный подход, заключается в том, как каждая точка зрения соотносится друг с другом для достижения наилучших возможных результатов. Алгоритмы машинного обучения присваивают вес показателям. При этом наиболее влиятельным характеристикам будет присвоен наибольший вес. В результате весь классификатор будет направлен в сторону наиболее важных признаков. Неизбежным является оставление менее влиятельных характеристик (которые могут не иметь такого большого влияния на весь набор данных) с пренебрежимо малым весом, даже когда возникает конкретный случай, когда эта характеристика будет ключевой. Предположение, лежащее в основе перспективы, заключается в том, что показатели и функции, представляющие одни и те же характеристики, будут лучше работать вместе, создавая точные, но разнообразные перспективы, а объединенные результаты каждой точки зрения улучшат прогнозы. Разнообразие и точность являются важными свойствами ансамбля классификаторов. Результат ансамбля зависит от точности и разнообразия точек зрения (классификаторов) в ансамбле. Таким образом, при создании перспективы учитываются две характеристики, а именно распределение признаков и влияние классификации.

Так, например, задачу для управления финансовыми активами можно решить следующим образом:

1. Разделение задачи на подзадачи, такие как:
    a. Извлечение информации: применение машинного обучения для структурирования неструктурированных данных из веб-контента, таких как статьи, посты и документы.
    b. Применение гибридной модели: использование обработки естественного языка и статистических методов для выделения и маркировки релевантной информации.
    c. Создание торговых стратегий: использование машинного обучения для создания надёжных стратегий для алгоритмической торговли на основе анализа рыночных данных и закономерностей.
2. Определение методов машинного обучения, которые будут отвечать за подбор весов функций обработки информации и принятия решений. Например:
    a. Извлечение информации: Байесовский классификатор – для определения вероятности принадлежности текста к определённой категории.
    b. Применение гибридной модели: обучение с частичным привлечением учителя – для обучения модели на частично размеченных данных, и состязательное генеративное обучение – для улучшения качества извлечения информации.
    c. Создание торговых стратегий: обучение с подкреплением – для оптимизации торговых стратегий на основе обратной связи от рынка, и линейная регрессия – для прогнозирования будущих цен на активы.

Список литературы

1. Золотов А.А. О русскоязычной терминологии в области Systemic Learning // Искусственные общества. 2020. Т. 15. № 1. С. 4-4
2. Kulkarni P. Reinforcement and systemic machine learning for decision making. Hoboken: John Wiley & Sons. 2012. pp. 18-19.

3. Miller S.T., Busby-Earle C. Multi-perspective machine learning a classifier ensemble method for intrusion detection // Proceedings of the 2017 international conference on machine learning and soft computing. (Vietnam, Ho Chi Minh, January 13-16, 2017). 2017. P. 7-12.

УДК 140.8:004.8

БАЗА ЗНАНИЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ МИРОВОЗЗРЕНИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Ольховенко К.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
olhovenko00@mail.ru
Научный руководитель: Сухобоков А.В., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Тематика искусственного интеллекта в настоящее время охватывает огромный перечень научных направлений, от задач самого общего характера (обучение, рассуждение, восприятие и т. д.) и до таких конкретных задач, как игра в шахматы, доказательство математических теорем, сочинение стихов, вождение автомобиля или диагностика заболеваний [1]. В данной работе описывается создание базы знаний для системы мировоззрений искусственного интеллекта способного давать ответы на вопросы исходя из информации в базе знаний. Построение ответа на вопрос пользователя должно быть адаптивным, система при ответе должна иметь возможность выбрать подходящее из описанных в базе знаний мировоззрение.

База знаний - совокупность семантически объединенных сведений (фактов), относящихся к определенной предметной области, организованных по определенным правилам, которые могут предусматривать их клиаративно-когнитивное (обеспечивающие их понимание и познание) представление, хранение и манипулирование ими [2]. В качестве инструмента по созданию базы знаний в проекте выбран язык логического программирования prolog. Prolog является декларативным языком программирования, в котором знания представлены в терминах отношений фактов и правил. Факты — это утверждения, которые являются истинными безусловно. Они представляют собой базовые знания о предмете или предметной области. А правила — это логические конструкции, состоящие из предпосылок и заключений, которые будут описывать условия и выводить новую информацию на основе этих условий.

В жизни люди используют сложные системы знаний, опирающиеся на несколько противоречащих друг другу мировоззрений [3] (научное, религиозное, мифологическое, жизненно-практическое и др.). Факты и отношения в этих мировоззрениях противоречат друг другу, однако человек может преодолевать эти противоречия и в каждый момент использует одно из имеющихся мировоззрений.

По аналогии, система, отвечающая на вопросы, должна уметь адаптироваться к содержанию вопроса и выдавать ответ на основе одного из имеющихся у неё мировоззрений. В базе знаний разрабатываемой системы сейчас представлено три разных мировоззрения: научное, религиозное и мифологическое. Для каждого мировоззрения прописаны свои правила и факты, описывающие специфическую для него картину мира:

- научное мировоззрение представляет объективный взгляд на мир, основанный на достижениях различных направлений науки;
- религиозное мировоззрение основано на христианской религии, факты и отношения выбраны из религиозных текстов;
- мифологическое мировоззрение основано на представлениях о мире, которые передаются через мифы и легенды, вере в сверхъестественные силы.

Каждое мировоззрение организовано как отдельный файл или же блок кода, который представляет из себя модуль. В каждом файле модуль определяется с помощью директивы module (“название мировоззрения”, [“список экспортируемых предикатов”]). Каждый модуль

содержит факты и правила, которые являются характерными для этого мировоззрения. Кроме того в основном файле программы все модули определены с помощью директивы use_module (“название мировоззрения”). В результате все модули подключены к основному файлу и их предикаты можно вызывать стандартными способами.

Распознавание необходимого мировоззрения осуществляется с помощью с помощью предиката priority. Priority – это предикат определяющий последовательность в которой модули будут проверятся на наличие фактов для ответа на поставленный запрос. Но статический вариант этой операции для решения нашей задачи не подходит, поэтому создано динамическое правило dynamic_priority, которое позволяет решать эту задачу в зависимости от контекста. В нем прописано три предиката: set priority, update_priority, priority_module. Set_priority принимает в качестве аргументов module и priority выставленный для этого модуля. Предикат update_priority принимает в качестве аргумента сам запрос пользователя. Далее он обрабатывается с помощью директивы relevant, которая ищет в каждом модуле необходимые факты и сравнивает их с данными из запроса. При этом чем больше совпадений у модуля, тем выше приоритет ему будет выдаваться. В priority_module происходит проверка на наличие модуля с самым высоким приоритетом и что нет с большим, далее выбираем модуль с самым высоким приоритетом для ответа пользователя. Таким образом, можно динамически изменять приоритеты модулей на основе содержания запроса, что позволит системе адаптироваться к запросам пользователей. Если ответ в базе знаний не находится, то он будет искаться в следующем по приоритету модуле.

В prolog имеются механизмы, позволяющие изменять базу знаний в ходе выполнения программы и тем самым модифицировать или расширять предварительно сформированные мировоззрения в ходе диалога с пользователем:

- assert/1 - позволяет добавить новый факт или правило в базу знаний;
- retract/1 - позволяет удалить факт или правило из базы знаний:
- retractall/1 - позволяет удалить все утверждения, соответствующие заданному шаблону.

Список литературы

1. Ghosh S., Singh A. The scope of Artificial Intelligence in mankind: A detailed review // Journal of Physics: Conference Series. Bristol: IOP Publishing, 2020. V. 1531. DOI 10.1088/1742-6596/1531/1/012045.
2. Bekmurodov U. Models of knowledge base design // Central Asian Journal of Education and Computer Sciences (CAJECS). 2023. V. 2. № 5. pp. 1-4. URL: https://cajecs.com/index.php/cajecs/article/view/v2i51 (Дата обращения 01.05.2024).
3. Brandt M.J., Crawford J.T. Worldview conflict and prejudice // Advances in experimental social psychology. // Academic Press. 2020. V. 61. DOI 10.1016/bs.aesp.2019.09.002.

УДК 004.772

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕАЛИЗАЦИЙ СЕТЕВОГО СТЕКА ДЛЯ СЕРВЕРА ОБРАБОТКИ ВИДЕОПОТОКА

Сысойкин Е.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатики и системы управления»
egor.sysoykin@mail.ru
Шпак И.Д., студент,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатики и системы управления»
shid18u875@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Горячкин Б.С., д.ф.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатики и системы управления»

Постоянно растущие объемы пользовательских данных, приводят к повышению вычислительной сложности процессов по их передаче и обработке, с целью сохранения приемлемой, с точки зрения конечного пользователя скорости работы вычислительной системы. Эта проблема особенно проявляется в системах, работающих в масштабе реальном времени связанных с обработкой медиа данных, таких как фото и видео [1].

Возможны следующие способы повышения производительности: первый основан на увеличении вычислительной мощности системы, и позволяет ускорить непосредственно процесс обработки данных, при сохранении той же технической реализации. Второй вариант основан на оптимизации процессов передачи и обработки данных, что позволяет ускорить обработку данных при сохранении той же конфигурации вычислительной системы.

Оптимизация процессов, выполняющих обработку данных зависит от конкретной задачи системы и не является универсальной задачей. С другой стороны процесс передачи данных между клиентом и сервером является типовым для широкого класса систем, ввиду чего может рассматриваться без учета особенностей конкретной системы и предметной области.

Одним из узких мест при передаче данных может являться используемый сетевой протокол прикладного уровня, в частности широко используемый протокол HTTP/1.1, особенностью которого является необходимость разрыва и повторного установления соединения [2] после передачи запроса. Учитывая эту особенность, была выдвинута гипотеза, о том, что использованием протокола с постоянным поддержанием соединения позволит добиться сокращения длительности передачи набора данных, на величину равную времени установки и разрыва HTTP соединения. Для сравнения был выбран протокол WebSocket, позволяющий передавать данные в потоковом режиме, без необходимости разрыва и переустановки соединений [3]. В качестве метрики для сравнения было выбрано количество передаваемых кадров в секунду, так как эта метрика является интуитивно понятной и простой для восприятия. Таким образом, процесс обработки данных для WebSocket и HTTP может быть описан формулами (1) и (2) соответственно.

$$F = \frac{1}{\left(T_{TCP} + T_{TLS} + T_{Transmit} + T_{inference} + T_{Term}\right)} \quad (1)$$

$$F = \frac{1}{\left(T_{Transmit} + T_{inference}\right)} \quad (2)$$

В которых F - Количество кадров в секунду, T_{TCP} - Время на установку TCP соединения, T_{TLS} - Время на установку TLS соединения, $T_{Transmit}$- Время на передачу кадра, ср. время для нашей среды, $T_{inference}$- Время на обработку кадра сервером, ср. время для нашей среды, T_{Term}- Время на закрытие соединения, ср. время для нашей среды

Для проверки гипотезы были проведен эксперимент, в ходе которого было получено её экспериментальное подтверждение. Благодаря этому становится возможным подбирать требуемый подход в конкретной задаче, а также выполнять проверку того, достаточно ли

использования HTTP/1.1 для достижения требуемой производительности. В то же время был получен вывод о том, что использование HTTP/1.1 для передачи потоковых данных в режиме реального времени не является оптимальным, а необходимо использование протоколов с постоянной поддержкой соединения.

Список литературы

1. Сысойкин Е.М., Шпак И.Д., Антонов А.И. Распознавание номеров участников соревнований с помощью ансамбля моделей глубокого обучения // 24 Международная научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2022» (Москва, 17–21 октября 2022 года): сборник научных трудов. Москва: Национальный исследовательский университет «МФТИ», 2022. С. 213-220.
2. Kolamunna H., Are wearable devices ready for HTTPS? Measuring the cost of secure communication protocols on wearable devices / J. Chauhan, Y. Hu, D. Perino, K. Thilakarathna, D. Makaroff, A. Seneviratne. DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.1608.04108
3. Kamiński L. Comparative review of selected Internet communication protocols / L. Kamiński, M. Kozłowski, D. Sporysz, K. Wolska, P. Zaniewski, R. Roszczyk. DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.07525.

СЕКЦИЯ «ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 004.912

К МЕТОДАМ ВЫДЕЛЕНИЯ ЮМОРА В ТЕКСТАХ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Бугаенко А.П., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
andreibugaenko2012@mail.ru
Научный руководитель: Волкова Л.Л., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

На данный момент юмор не определяется однозначно. Это связано с тем, что юмор, как и чувство юмора, субъективны и их выражение варьируется от человека к человеку. В контексте этой работы будет использоваться следующее определение: юмор — информация, в результате получения которой человеку становится смешно [1]. Одновременно существует несколько теорий, объясняющих юмор. Из них основными являются теория превосходства, теория разрядки и теория несоответствия: теория превосходства — основным механизмом юмора является ощущение и желание превосходства над остальными членами группы, на которую юмор направлен; теория разрядки — юмор возникает в точке повествовательной развязки, не соответствующей основной части сказанного, воспринимаемого серьезно; теория несоответствия — юмор возникает в результате наблюдения двух и более нелогичных, несоответствующих или нелепых частей, или обстоятельств, рассматривающихся как объединенные в одном объекте или группе.

Задача детекции юмора в текстах на естественном языке сводится к определению того, к какому множеству принадлежит анализируемый текст — к множеству текстов, содержащих юмор, или к множеству текстов не содержащих юмор. В зависимости от специфики задачи также могут выделяться подмножества юморосодержащих текстов для определения конкретного подтипа юмора, к которому принадлежит данный текст. Это означает, что задача детекции юмора может рассматриваться как задача классификации текста на естественном языке [2]. В контексте данной задачи можно выделить два основных подхода — бинарная классификация и мультиклассовая классификация. В первом случае определяется, содержит ли текст юмор или нет, в последнем помимо содержания юмора в тексте определяется его тип и набор различных характеристик.

Классификация текста для задачи детекции юмора может применяться в контексте следующих подзадач: анализ настроений — распознание аффективных состояний и субъективной информации, содержащейся в тексте; маркировка тем — распознание одной или нескольких тем, относящихся к анализируемому фрагменту текста; распознавание именованных сущностей — поиск именованных сущностей в тексте и присвоение им заранее определенных категорий; синтаксический анализ — анализ морфо-синтаксических свойств слов, таких как маркировка частей речи, синтаксические роли; определение логических связей в тексте — определение логических связей между предложениями и классификация направления и характера связи.

Общий вид процесса классификации текста включает в себя следующие этапы: предобработка входных данных — предварительная обработка текста необходима, так как в отличие от других форматов данных текст не может быть сконвертирован в численный формат напрямую; токенизация — разбиение текста на токены, соответствующие уровню работы классификатора, от символа до предложения и выше; удаление стоп-слов и подавление шума — очистка от слов, не несущих в себе смысла в рамках решаемой задачи; нормализация текста — приведение к начальным формам, разметка частей речи и тому подобное; перевод данных в

пространство признаков — преобразование текста из токенизированной формы в векторный формат; обработка данных классификатором [3].

Методы, использующиеся для классификации текста, можно разделить на поверхностные, глубокие и основанные на шаблонах. Под глубокими методами понимаются методы, использующие глубокие нейронные сети для классификации данных.

В шаблонных методах классификации текста основным подходом является использование лексико-синтаксических шаблонов. Классификация текста происходит посредством поиска подходящего под анализируемый текст шаблон и в случае, если такой шаблон был найден, — назначение соответствующего класса. Стандартным математическим аппаратом обработки текста с помощью шаблонов являются грамматики, разбирающие текст с помощью набора правил. Преимуществом грамматик являются детерминированность работы и возможность глубокого анализа текста при использовании правильных шаблонов, к недостаткам грамматик относят высокую вычислительную сложность.

Поверхностные методы классификации текста опираются на алгоритмы классификации общего назначения, такие как вероятностные классификаторы, k ближайших соседей и им подобные. Это приводит к тому, что данные методы эффективно работают в случае, если условия решаемой ими задачи подходят под специфику алгоритма.

Методы глубокого обучения позволяют решить проблему классических моделей, заключающуюся в прямом способе извлечения признаков для классификации из данных. Проблемой является сложность построения качественного набора признаков, требующая глубоких знаний в домене данных, для которых необходимо решить задачу классификации. Методы глубокого обучения решают эту проблему за счет извлечения информации о домене из данных, используемых при обучении.

Список литературы

1. Attardo S. Linguistic Theories of Humor. Berlin: Mouton de Gruyter, 1994. № 34. pp. 35–48.
2. Ahuja V., Bali T., Singh N. What makes us laugh? Investigations into Automatic Humor Classification // Computational Modeling of People’s Opinions, Personality, and Emotions in Social Media: Proceedings of the Second Workshop. New Orleans: ACL, 2018. DOI: 10.18653/v1/W18-1101.
3. Gasparetto A., Marcuzzo M., Zangari A., Albarelli A. A survey on text classification algorithms: from text to predictions // Information. 2022. V. 2. № 13. DOI: https://doi.org/10.3390/info13020083.

УДК 004.92

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КАМЕННОГО ЦВЕТКА

Виноградова Е.П., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
vinogradovaep@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Волкова Л.Л., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

В работе рассматриваются способы визуализации каменного цветка с использованием методов компьютерной графики. Одной из основных задач компьютерной графики является создание наиболее приближенного к реальной жизни изображения. В процессе работы необходимо учитывать свойства не только самого объекта, но и окружающих тел, среды. Существует много алгоритмов, которые решают данную задачу, но зачастую они достаточно затратны как по времени работы их реализаций, так и по используемой памяти. Поэтому при моделировании какого-либо объекта или процесса необходимо корректно подбирать алгоритм, исходя из конкретной цели. Цель данной работы — разработать программу моделирования цветка. При разработке программы необходимо учитывать коэффициент пропускания света у лепестков и блики от источников освещения.

Сцена состоит из источника освещения, камеры и цветка: непрозрачный стебель, непрозрачные чашелистики, стеклянные лепестки с заданным коэффициентом прозрачности. Для представления такой сцены выбрана полигональная сетка — совокупность вершин, рёбер и граней, которые определяют форму многогранного объекта в трёхмерной компьютерной графике и объёмном моделировании. Гранями обычно являются треугольники, четырёхугольники или многоугольники, при этом у каждой грани высчитывается нормаль. Недостатком этого метода является его приблизительность. Правда, видимые недочёты можно исправить, сделав разбиение более детальным, но это приведёт к дополнительным затратам по памяти и временным затратам [1]. Построение полигональной сетки осуществляется следующим образом: зная шаг разбиения по осям, можно по рассматриваемой формуле плоскости найти неизвестную координату, тем самым заполнив «ячейку» сетки. Далее все полученные точки соединяются в четырёхугольники.

Для выбора средств реализации было проведено сравнение алгоритмов формирования изображения трехмерной сцены, включающих удаление невидимых линий и поверхностей. Алгоритм Робертса работает в пространстве объектов и имеет сложность $O(N^2)$, где N – количество граней (полигонов сетки), остальные рассматриваемые алгоритмы работают с пространством изображения и имеют сложность $O(C \cdot N)$, где C — количество пикселей изображения. Эффективность для сложных сцен алгоритмов Робертса и обратной трассировки лучами низкая, алгоритма Варнока — средняя, z-буфера — высокая. Выбран алгоритм z-буфера построения трехмерной сцены. Выбрана модель освещения Фонга, предпочтительная в данной задаче по сравнению с моделями Ламберта и Блинна – Фонга [2], это позволило проиллюстрировать блики, полное и неполное поглощение света на основе использования коэффициента пропускания света материалом (прозрачности), расчёта интенсивности прошедшего через вещество света и света на поверхности стекла, а также интенсивности блика, пропорционального коэффициенту степени блеска. Также выбран алгоритм закраски Гуро [2].

На языке C++ разработана программа, предоставляющая следующую функциональность: отрисовки сцены, выбора из предлагаемого списка степени раскрытия лепестков, задания в соответствующем текстовом поле положения источника освещения и камеры. Программа позволяет визуализировать сцену с каменным цветком и демонстрировать различные результаты в зависимости от положения источника света и камеры, от степени раскрытия лепестков: изменяется цвет пикселей различных частей цветка, появляются блики. В результате получено реалистичное изображение цветка с полупрозрачными лепестками и непрозрачными стеблем и чашелистиками.

Все поставленные в данной работе задачи решены:

— описано, из каких объектов состоит сцена, как они задаются в программе;

— проанализированы алгоритмы для визуализации трёхмерной сцены и обоснован выбор конкретного алгоритма;

— разработана физическая модель цветка, наиболее приближенная к реальности;

— реализованы выбранные алгоритмы;

— реализован интерфейс, отвечающий заданным требованиям и предоставляющий пользователю заявленную функциональность.

Список литературы

1. Ошаровская Е.В., Солодка В.И. Синтез трехмерных объектов с помощью полигональных сеток // Цифровые технологии. 2012. № 12. С. 2–9.

2. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики / пер. с англ. М.: Мир, 1989. 512 с.

УДК 004.92

О ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ТКАНИ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Гаврилов В.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
gavrilovva@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Волкова Л.Л., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

В компьютерной графике ткань представляет собой множество узлов, скрепленных между собой ребрами. Задача визуализации движения является трудоемкой задачей и требует значительных вычислительных ресурсов, так как требует вычисления траектории каждой точки тканевой сетки, а также необходимость просчета деформации и столкновений [1]. Для решения поставленной задачи рассмотрим метод Стермера-Верле.

Метод Стермера-Верле — это численный метод интегрирования дифференциальных уравнений движения в физических системах. Он основан на идее сохранения предыдущих состояний системы и использования их для вычисления следующего положения точки. В отличие от других методов, например, метода Эйлера, он не требует вычисления производных скорости, что делает его менее трудоемким. Для получения формулы записывается разложение в ряд Тейлора вектора x(t) местоположения точки в моменты времени (t+Δt) и (t−Δt):

$$\bar{x}(t+\Delta t) = \bar{x}(t) + \bar{v}(t)\Delta t + \frac{\bar{a}(t)\Delta t^2}{2} + \frac{\bar{b}(t)\Delta t^3}{6} + O(\Delta t^4), \quad (1)$$

$$\bar{x}(t-\Delta t) = \bar{x}(t) - \bar{v}(t)\Delta t + \frac{\bar{a}(t)\Delta t^2}{2} - \frac{\bar{b}(t)\Delta t^3}{6} + O(\Delta t^4), \quad (2)$$

где $\bar{x}$ — координаты точки,
$\bar{v}$ — скорость,
$\bar{a}$ — ускорение,
$\bar{b}$ — рывок (производная ускорения по времени).

Сложив эти два уравнения и выразив $\bar{x}(t+\Delta t)$, получим:

$$\bar{x}(t+\Delta t) = 2\bar{x}(t) - \bar{x}(t-\Delta t) + \bar{a}(t)\Delta t^2 + \frac{\bar{b}(t)\Delta t^3}{6} + O(\Delta t^4), \quad (3)$$

Таким образом, значение радиус-вектора точки может быть вычислено без знания скорости.

Визуализация движения ткани с использованием метода Стермера-Верле состоит из следующих этапов.

1. Интеграция позиции: на каждом шаге симуляции вычисляется новое положение каждого узла тканевой сетки с использованием предыдущей позиции.

2. Вычисление деформации: задается коэффициент демпфирования, который определяет максимальную силу деформации и скорость ее затухания [2].

3. Обработка столкновений: при контакте с поверхностью или самой тканью происходит отражение скорости относительно нормали к поверхности столкновения [2].

Метод Стермера-Верле предоставляет возможность эффективно вычислять траекторию, но не предусматривает возможность столкновения, так как работает с материальными точками.

Для анимированной визуализации отреза ткани, заданного сеткой узлов, помимо метода Стермера-Верле нужно описать логику столкновений узлов ткани с другими объектами, логику связывания траектории узлов ткани с гравитацией (косвенно – со скоростью затухания колебаний материи при деформации).

Было разработано программное обеспечение (ПО) на языке программирования JavaScript с использованием библиотек с открытым исходным кодом datagui и stats. Производительность была измерена на ЭВМ с оперативной памятью в 16 ГБ и процессором Intel(R) Core (TM) i7-

10700F с тактовой частотой 2.90 ГГц. Формировалось изображение трехмерной сцены, в которой ветер колышет тент, натянутый на 4 шеста и серединой лежащий на шаре, создающем выпуклость на поверхности ткани, и присутствует один точечный источник света. При отрисовке данной сцены производительность составила 60 кадров в секунду для линейного размера ткани в 100–1500 частиц, 49–54 для 2000–2500, 27 для 5000, соответственно. Разработанное ПО позволяет формировать реалистичные изображения на основе модели физики ткани.

Список литературы

1. Keyser J.C., House D. Foundations of Physically Based Modeling and Animation. Boca Raton: CRC Press, 2016. 371 p. DOI: 10.1201/9781315373140.
2. Baraff D., Witkin A. Large steps in cloth simulation // Computer graphics and interactive techniques (SIGGRAPH '98): proceedings of the 25th annual conference. New York: Association for Computing Machinery, 1998. pp. 43–54. DOI: 10.1145/280814.280821.

УДК 004.622:004.912

К ВЫБОРУ ГРАФОВОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНСТРУКЦИЙ

Кормановский М.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
kormanowsky.m@yandex.ru
Научный руководитель: Волкова Л.Л., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Взаимодействие между людьми в обществе и между человеком и компьютером предполагает выполнение инструкций для достижения целей. В условиях развития компьютерной техники её целесообразно применять для решения названных задач, для чего необходимо выбрать представление процессов поэтапного достижения цели, в которых каждый этап есть *инструкция*.

Инструкции содержат информацию о действиях, субъектах, объектах и других аспектах этих *действий*. Например, в инструкции «студент берёт тетрадь» действием является «брать», субъектом – студент, а объектом – тетрадь. Субъекты и объекты действий целесообразно рассматривать совместно, так как в ходе процесса достижения цели субъекты могут становиться объектами, и наоборот, как в следующей последовательности инструкций: «повар наливает воду в чайник; вода кипит; повар дожидается, пока вода остынет; повар выливает воду из чайника». Субъекты и объекты далее будут совместно именоваться *сущностями*. Действия никогда не становятся сущностями, а сущности – действиями. Выполнение инструкций предполагает действие, воздействие и взаимодействие сущностей.

В рамках последовательности инструкций сущности могут именоваться по-разному или вообще не упоминаться, из чего следует, что инструкции выполняются в некотором *контексте*. Контекст – это динамическая, изменяющаяся от инструкции к инструкции структура, вид которой, вообще говоря, зависит от домена, в рамках которого выполняется последовательность инструкций. На момент выполнения некоторой инструкции контекст должен включать в себя состояния сущностей, связанные с результатами выполнения предыдущих инструкций. При этом источниками информации могут быть как собственно инструкции (тогда начальное состояние контекста предполагается пустым, то есть контекст в начале не содержит никаких сущностей), так и внешние данные о рассматриваемом домене (тогда начальное состояние контекста содержит сущности в их начальных состояниях). При использовании контекста цель следует формулировать как некоторое желаемое его состояние.

Для представления процесса достижения цели необходимо выбрать математический аппарат, позволяющий представлять взаимосвязи между различными элементами. Для этой цели в математике и за ее пределами используются графы, а также нотации, основанные на графах [1].

Учитывая выделенные выше особенности инструкций, графовые модели необходимо использовать для представления связей между отдельными инструкциями, переходов состояний контекста, семантических отношений между сущностями.

Распространенные графовые представления процессов возможно разделить на две группы. К первой группе следует отнести представления, ориентированные на взаимосвязи между действиями, в том числе: BPMN-диаграмму, в узлах которой находятся значимые этапы в процессе достижения цели, а ребра показывают переходы между этими шагами; PERT-диаграмму, отображающую зависимости между этапами в достижении цели; диаграмму состояний UML, которая показывает состояния процесса и действия, приводящие процесс в новое состояние; диаграмму последовательности UML, которая отображает участников процесса и последовательность их взаимодействий; функциональную схему IDEF, представляющую последовательность действий и связи между элементами этой последовательности; сеть Петри, использующаяся для представления состояний процесса и переходов между этими состояниями [2].

Ко второй группе следует отнести те представления, которые отображают связи между сущностями. Конкретными примерами таких представлений являются ER-диаграмма, узлы которой – сущности, а ребра отображают типы отношений между сущностями; карта сети, в узлах которой – сетевые устройства, а связи отображают характеристики сетевых подключений; семантическая сеть, в узлах которой находятся понятия, а ребра отражают семантические связи между ними [3].

Из выделенных особенностей инструкций следует невозможность полного их представления с помощью решений только первой или только второй из выделенных групп. В связи с этим предлагается следующее комбинированное представление инструкций. В основе предлагаемого представления – сеть Петри и семантическая сеть. В узлах сети Петри предлагается разместить состояния контекста, а ребрами обозначать переходы между этими состояниями. При этом состояние контекста ссылается на сущности, между которыми, в свою очередь, установлены семантические связи, которые составляют семантическую сеть.

Предложенное представление пригодно для построения только на основе одного документа, содержащего инструкции. В случае нескольких документов возможны следующие ситуации: появление альтернативного пути, уточнение перехода на существующем пути. В обеих ситуациях объединение представлений двух текстов производится путем введения необходимых связей между узлами представлений, соответствующих различным документам.

Направление дальнейших исследований – разработка методов для работы с предложенным представлением: метода сравнения состояний контекста в предложенном представлении; метода получения предложенного представления инструкций на основе документа на естественном языке; метода объединения нескольких представлений.

Список литературы

1. Кормановский М.В., Артюхин Н.П., Косарев А.А., Шагалов В.А., Кузнецова А.В., Бурлаков И.А., Никулина А.А. Граф на основе расстояния Левенштейна и его визуализация // Проблемы лингвистики и лингводидактики в неязыковом вузе. 2023. Т. 1. С. 310–319.
2. Рудаков И.В., Медведев В.О. Алгоритм верификации программного обеспечения с помощью иерархических сетей Петри // Наука и бизнес: пути развития. 2019. №1 (91). С. 74–77.
3. Батура Т.В. Методы и системы семантического анализа текстов // Программные продукты и системы. 2016. № 4. DOI: 10.15827/2311-6749.21.220

УДК 004.912

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ВЕРОЯТНОСТНОГО ТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ляпина Н.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
lnv20u601@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Волкова Л.Л., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

С ростом числа текстов на естественном языке возрастает актуальность методов автоматической рубрикации и группировки схожих текстов на естественном языке по их содержанию. Для этого применимы методы автоматического анализа текстов на естественном языке и методы, позволяющие представить каждый документ как точку в некотором конечномерном пространстве признаков. Методы вероятностного тематического моделирования позволяют использовать частоты слов, составляющих документ, как первичное пространство признаков для документов заданной коллекции и затем преобразуют матрицу данных признаков на основе сингулярного векторного разложения, формируя новое пространство признаков документов коллекции. Полученное пространство признаков называют тематической моделью; одна ось координат в нем соотносится с латентной, или скрытой, темой документа.

В качестве объектов сравнения в данной статье будут рассматриваться два метода вероятностного тематического моделирования: базовый (далее ВТМ) и метод латентного размещения Дирихле (ЛРД, Latent Dirichlet allocation).

Критерии качества тематических моделей принято делить на внутренние и внешние. Внутренние критерии оценивают качество модели по исходной текстовой коллекции. Внешние критерии оценивают полезность модели с точки зрения приложения и конечных пользователей. К основным внутренним критериям можно отнести перплексию и когерентность. Внешние же критерии крайне разнообразны и зависят от конечной решаемой задачи. В данной статье мы рассмотрим сравнение по такому внешнему критерию как экспертная оценка.

В работе [1] представлено исследование таких показателей когерентности, как мера UMass, которая представляет собой меру сравнения одного слова с предыдущими и последующими словами соответственно, и UCI, которая также известна как PMI (pointwise mutual information, PMI), – значение поточечной взаимной информации для пар терминов, составляющих тему. Тема называется когерентной, если наиболее частые в данной теме термины неслучайно часто совместно встречаются рядом в документах коллекции. Исследование проводилось на коллекции из 300 документов, которые содержали 34 385 376 слов; по результатам исследования были сделаны следующие выводы: при увеличении количества тем показатель согласованности UCI у ЛРД выше, чем у ВТМ, а показатель согласованности UMass у ВТМ снижается стремительнее, чем этот же показатель у ЛРД. При количестве тем, равном 10, оба показателя у обоих методов различаются незначительно.

В работе [2] представлено исследование методов ВТМ, ЛРД по перплексии – мере несоответствия модели токенам (словам), наблюдаемым в документах коллекции. Чем меньше значение перплексии, тем лучше модель описывает появление токенов в документах коллекции. Исследование проводилось на 200 тысячах текстов постов пользователей социальной сети «Вконтакте», и были получены следующие результаты: показатель перплексии метода ВТМ составил 4166, а метода ЛРД – 3444, последнее значение названо предпочтительным.

В работе [3] представлено исследование методов ВТМ и ЛРД по времени работы реализаций и качеству построенной тематической модели. Исследование проводилось на произведениях Н.В. Гоголя («Невский проспект», «Нос», «Портрет», «Шинель», «Коляска»), которые в совокупности содержат ~ 72 тысячи слов на ~ 258 страницах текста. В ходе проведения исследования было выявлено, что при одинаковых входных данных реализация метода латентного размещения Дирихле работает на 20 мс быстрее, чем реализация ВТМ. При этом тематическая модель, построенная ЛРД, описывается как более полная, в сравнении с ВТМ.

Согласно проведенному обзору, метод ЛРД показывает лучшие результаты по показателям перплексии, когерентности и по экспертной оценке. Следует обратить отдельное внимание на важность последнего показателя качества модели, поскольку в задачах обработки текстов, как и в задачах цифровой обработки сигналов, конечное решение о качестве работы программы принимает именно человек, респондент.

Список литературы

1. Shaymaa H. Mohammed, Salam Al-augby LSA & LDA topic modeling classification: comparison study on e-books // Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. 2020. V. 1. № 19. pp. 353–362.
2. Черкасов Е.И. Сравнение алгоритмов тематического моделирования при определении тематик постов людей в социальной сети «Вконтакте» // Евразийский Союз Ученых. 2020. В. 75. № 6-2. С. 45–48.
3. Львутина Т.В., Суркова А.С. Сравнение алгоритмов тематического моделирования для литературных текстов. // Информационные системы и технологии ИСТ-2021: сборник материалов XXVII Международной научно-технической конференции. Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (Нижний Новгород, 23–24 апреля 2021 года). М.: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2021. С. 782–788.

УДК 004.4

МЕТОДЫ, АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Яковидис Н.О., аспирант
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
jakovidis@bmstu.ru
Научный руководитель: Романова Т.Н., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

В последние годы микросервисная архитектура заняла центральное место в разработке ПО, став ключевым элементом в создании распределённых решений. Этот подход включает методологию, где приложения состоят из набора небольших, автономных сервисов с чётко определёнными API, реализующих конкретные бизнес-функции. Такой способ позволяет более эффективно и гибко разрабатывать, развивать и масштабировать сложные продукты по сравнению с монолитными архитектурами, которые обычно представляют единое целое. Микросервисы могут быть разработаны, развернуты и масштабированы независимо друг от друга, что обеспечивает высокую гибкость, масштабируемость и отказоустойчивость всей структуры. Ввиду указанных причин в фокусе данной работы находится разработка именно микросервисного ПО [1, 2].

Этот метод является значительным шагом вперед в разработке ПО, позволяя создавать более гибкие, масштабируемые и отказоустойчивые приложения. Его активно применяют многие современные компании, такие как Авито, Сбербанк и Positive Technologies, благодаря эффективности и гибкости.

Качественные метрики предоставляют инженерам глубокое понимание производительности, нагрузки, доступности и других ключевых аспектов работы каждого элемента. Это позволяет быстро реагировать на изменения в поведении сервисов, выявлять узкие места и проблемные области, а также оптимизировать работу в целом.

Отладочная информация играет важную роль в обеспечении надёжности и эффективности. Доступ к детальным данным о внутреннем состоянии каждого сервиса и его

взаимодействии с другими компонентами помогает выявлять и устранять проблемы. Например, при возникновении ошибок или непредвиденного поведения отладочная информация помогает определить причину и быстро принять меры по их устранению. Метрики и отладочные данные являются ключевыми инструментами для обеспечения отказоустойчивости, помогая выявлять потенциальные уязвимости и ошибки, которые могут привести к сбоям или неправильной работе.

В условиях микросервисной архитектуры, отличающейся высокой динамичностью и масштабируемостью, возникают специфические сложности и требования к методам сбора данных. Традиционные методы, применяемые в монолитных системах, часто неэффективны в контексте микросервисов из-за их децентрализованной и распределённой природы.

Безопасность и конфиденциальность данных также важны при сборе информации в микросервисной среде. Поскольку данные могут передаваться и обрабатываться несколькими сервисами, необходимо обеспечить их защиту на всех этапах жизненного цикла. Это требует разработки специализированных методов для шифрования, аутентификации и авторизации информации в распределённой среде.

Для предотвращения утечек информации необходимо шифровать данные при передаче между сервисами. Также нужны механизмы аутентификации и авторизации, обеспечивающие доступ к данным только авторизованным сервисам и пользователям. В микросервисной архитектуре, где каждый сервис может быть развернут в отдельном контейнере или виртуальной машине, важно обеспечить изоляцию данных между компонентами, чтобы предотвратить несанкционированный доступ к конфиденциальной информации.

Одной из ключевых задач является адаптация методов сбора данных к динамическому окружению микросервисов. Поскольку сервисы могут создаваться, масштабироваться и завершаться динамически, методы сбора данных должны быть гибкими и автономными, способными адаптироваться к изменениям в структуре и конфигурации системы. Агентный подход к сбору данных является важной стратегией в распределённых архитектурах, включая микросервисы. Этот метод основывается на использовании специализированных программных агентов, размещённых на каждом узле или сервисе, для сбора и передачи данных о состоянии и деятельности каждого элемента.

Агентный подход также эффективно используется для обнаружения и анализа сбоев. Агенты могут непрерывно мониторить работу узлов и автоматически реагировать на возникающие проблемы или ошибки. Это позволяет оперативно выявлять и устранять сбои, минимизируя простои и потерю данных.

Список литературы

1. Миняев А.А., Красов А.В. Методика оценки эффективности системы защиты информации территориально-распределенных информационных систем // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2020. № 3. С. 26-32. DOI: 10.46418/2079-8199_2020_3_4.
2. Мартин Р.С. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения. СПб.: Питер, 2019. 352 с.

СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»

УДК 004.93

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СИНТЕЗА РЕЧИ

Бурлевич М.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
burlevichmv@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Горшков Ю.Г., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Задача синтеза речи интересовала учёных на протяжении долгого времени. Первые попытки создания механизма, способного порождать фрагменты речи, были сделаны еще в восемнадцатом веке. Однако разработанные в те времена речевые синтезаторы были похожи на музыкальные инструменты, которые воссоздавали отдельные звуки или их комбинации. С развитием науки появлялись новые технологии, способствующие созданию более сложных по технической составляющей систем синтеза речи.

В исследовании проводится анализ методов, а также выявление достоинств и недостатков каждого из них.

В основе конкатенативного метода синтеза речи лежит использование готовых заранее записанных аудио-фрагментов, которые потом соединяются в последовательность звуков, образуя в итоге связную речь. Преимуществом данного метода является полученное в результат чистое звучание произносимых слов. Однако имеется и ряд недостатков. Сформированная речь получается неестественной. Также трудности возникают на этапе подготовки аудиосигналов, ведь для их хранения необходимы огромные базы данных. Поскольку конкатенативный метод обладает данными недостатками и требует длительного времени на реализацию, то были разработаны другие способы синтеза речи.

Параметрический синтез речи позволяет генерировать звук на основе комбинирования параметров речи. На этапе обработки текста извлекаются лингвистические признаки, а затем параметры, которые передаются в вокодер, формирующий итоговый звуковой сигнал. Достоинства этого метода заключаются в том, что требуется меньше данных по сравнению с конкатенативным методом. А в синтезируемом сигнале можно отметить эмоциональную составляющую речи. Однако на практике возникает ряд помех, что приводит к формированию неестественного звучания.

Благодаря развитию глубокого обучения, улучшались и технологии синтеза речи. Самой совершенной моделью нейронной сети, которая может воспроизводить звучание, является Tacotron 2 [1]. На данный момент это самый лучший алгоритм в сфере синтеза речи, позволяющий создавать речь неотличимую от человеческой.

По итогу проведенного исследования стоит отметить качество технологий, которое с каждым годом совершенствуется, позволяя использовать синтезируемую речь во многих сферах жизни. Однако не смотря на все удобства и достоинства возникают вопросы, связанные с безопасностью. Уязвимыми становятся системы, в которых идентификация пользователей осуществляется по голосовой биометрии. Таким образом, использование синтеза речи мошенниками может привести к спуфинг-атакам – кибератакам, суть которых заключается в маскировке данных под легальные. Поэтому на данный момент актуальным является разработка решений распознавания синтезируемой речи.

Список литературы

1. Синтезированная речь Tacotron 2. URL: https://steemit.com/ru/@ciklop/sintezirovannaya-rech-tacotron-2 (Дата обращения: 01.04.2024).

УДК 004.056

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ УВЕЛИЧЕНИЯ ПОКРЫТИЯ КОДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ФАЗЗИНГ-ТЕСТИРОВАНИЯ

Бушин О.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
olegbouchin@gmail.com.
Научный руководитель: Фокин М.С., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

С каждым годом программное обеспечение становится сложнее, а количество строк исходного кода растёт, это приводит к неминуемому увеличению недостатков и уязвимостей в программном обеспечении. Чем позже они будут исправлены, тем дороже по ресурсам будут стоить для разработчика данного продукта. Выгоднее всего устранять недостатки или уязвимости на ранних этапах разработки. Для решения этой проблемы был выпущен стандарт, описывающий цикл работ по разработке безопасного программного обеспечения – Security Software Development Life Cycle (SSDLC). Его задача внедрять подходы к повышению безопасности с первых этапов разработки. В Российской Федерации положения данного стандарта были взяты за основу при разработке ГОСТ Р 56939-2016 «Защита информации. Разработка безопасного программного обеспечения. Общие требования», в рамках которого одним из этапов разработки безопасного программного обеспечения является выполнение динамического анализа кода, в том числе с применением фаззинг-тестирования.

Фаззинг-тестирование – это вид работ по исследованию программы, направленный на оценку её свойств и основанный на передаче программе случайных или специально сформированных входных данных, отличных от данных, предусмотренных алгоритмом работы программы [1].

При фаззинг-тестировании существует множество метрик, но можно выделить ключевую – покрытие кода. Есть разные показатели покрытия кода:

- Покрытие функций: сколько объявленных функций было вызвано.
- Покрытие ветвей: сколько ветвей кода (if, else, switch и т.д.) было выполнены.
- Покрытие строк: сколько строк исходного кода протестировано.

Эти показатели выражаются в процентном отношении выполненных элементов к общему количеству.

В научной статье «REDQUEEN: Fuzzing with Input-to-State Correspondence» [2] предлагается новый метод для увеличения покрытия при фаззинг-тестировании под названием REDQUEEN, который объединяет два подхода: отслеживание помеченных данных (taint tracking) и символьное исполнение (symbolic execution).

В настоящее время существует большое количество программ для фаззинг-тестирования, но стандартом для языка C и C++ является инструмент American Fuzzy Lop (AFL) и American Fuzzy Lop plus plus (AFL++). Фаззинг-тестирование будет производиться с помощью программы AFL++.

В данной работе рассмотрен метод REDQUEEN и стандартный, который предоставляет AFL++ по умолчанию. Объектом фаззинг-тестирования является программа tiffcp, поставляемая вместе с библиотекой LibTIFF.

Фаззинг-тестирование длилось 60 часов. По результатам при стандартном подходе к мутациям и инструментацией afl-clang-lto, было найдено 0 падений и 15 зависаний. Покрытие по строкам составило 54.4% (7621/14002), по функциям 58.0% (334/576), по ветвям 45,5% (4241/9312).

При подходе, основанном на Redqueen и инструментацией afl-clang-fast было найдено 0 падений и 9 зависаний, покрытие по строкам составило 53.7% (7517/14002), по функциям 57.5% (331/576), по ветвям 45.1% (4198/9312).

Подход, основанный на Redqueen и инструментации afl-clang-fast для программы tiffcp, оказался чуть менее эффективным, чем стандартная генерация данных и инструментация afl-clang-lto, удалось найти меньше зависаний, а также ниже итоговое покрытие. Следует отметить, что в отличие от стандартного подхода, подход Redqueen обеспечил выше покрытие по некоторым файлам, а также зашёл в те файлы исходного кода, в которые при стандартном подходе зайти не удалось. Подход Redqueen будет эффективен для нахождения новых путей, где требуется вычислять контрольные суммы и искать сложные магические константы. Следовательно, при проведении фаззинг-тестирования лучше использовать несколько разных подходов, чтобы обеспечить выше процент покрытия.

Фаззинг-тестирование является актуальным методом для тестирования программного обеспечения, так как позволяет автоматизировать процесс поиска уязвимостей и ошибок в коде. Использование метода фаззинг-тестирования может сократить затраты на тестирование и снизить количество ручной работы. Это особенно важно в условиях растущей сложности и объёма программного обеспечения, когда полностью ручная проверка кода становится невозможной.

Список литературы

1. ГОСТ Р 56939-2016 Защита информации. Разработка безопасного программного обеспечения. Общие требования. Введен: 01.06.2017. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200135525 (Дата обращения 01.05.2024).
2. Aschermann C., Schumilo S., Blazytko T., Gawlik R., Holz T. REDQUEEN: Fuzzing with Input-to-State Correspondence // Proceedings of Network and Distributed System Security Symposium. 2019. DOI: 10.14722/ndss.2019.23371.

УДК 004.051

ПОДХОДЫ К КОМПЬЮТЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА КЛАССИЧЕСКИХ ПК И СУПЕРКОМПЬЮТЕРАХ

Кулагин Р.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
rus.kulagin2001@yandex.ru
Научный руководитель: Ключарев П.Г., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Квантовый компьютер — это устройство, которое использует определённые свойства, описываемые при помощи квантовой механики для выполнения вычислений. В квантовом компьютере аналогом битов классического компьютера выступают кубиты (квантовые биты), состояние которых описывается линейной комбинацией (1), где $\alpha, \beta \in \mathbb{C}$ — амплитуды вероятностей нахождения кубита в одном из собственных состояний $|0\rangle$ или $|1\rangle$.

$$|\phi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle \quad (1)$$

При этом, гораздо интереснее рассматривать состояние нескольких кубит сразу, когда они находятся в запутанном состоянии, то есть в таком состоянии, когда между ними возникает особая корреляция, невозможная в классической системе. Самым известным примером является состояние Белла, в котором два кубита равновероятно находятся в состоянии $|00\rangle$ или $|11\rangle$, измерение одного кубита однозначно определит состояние второго кубита. За счёт свойства запутанности достигается квантовое превосходство, то есть возможность эффективно выполнять на квантовых компьютерах вычисления, которые невозможно эффективно реализовать на классическом компьютере [1].

Разработка квантового компьютера с большим количеством кубит находится в активной стадии. Уже сейчас разработан IBM Condor с 1121 сверхпроводящим кубитом, который позволяет выполнять вычисления недоступные классическим ПК. Однако для решения сложных задач,

таких как решение задач оптимизации или «взлом» криптографии, требуются сотни тысяч или миллионы кубит. Квантовые алгоритмы необходимо тестировать, проверять помехоустойчивость. Для таких задач хорошо подходят симуляторы квантовых компьютеров для классических компьютеров и суперкомпьютеров, которые позволяют провести численный расчёт внутренних состояний системы. Производители квантовых компьютеров проверяют корректность работы полученных физических моделей, прогоняя одни и те же вычисления несколько раз, сравнивая полученные вероятности с рассчитанными при помощи моделирования [2]. Также, обучающиеся вузов могут получать практические навыки, работая с симулятором, что особенно важно для образования.

Состояние n кубитов описывается при помощи 2^n комплексных чисел, что при хранении с двойной точностью (тип double) будет занимать 2^{n+4} байт. Для $n = 37$ кубит необходимая память для хранения одного лишь состояния составит 2 Тбайта. При этом, увеличение ресурсов в 2 раза приведёт к добавлению всего одного кубита.

Классическим подходом к моделированию считается прямая эволюция состояний, при которой матрица состояний умножается на вентили в последовательности, как они расположены в схеме. Этот метод позволяет моделировать вентили любых размеров, а также накладывать шумы, моделировать сложные взаимодействия большого числа кубит, однако умножение матриц имеет сложность $O(n^w)$, где $w \approx 2.37$, что сводит моделирование n> 42 к задаче, не разрешимой за адекватное время.

Существуют отдельные классы схем, для которых возможно достаточно эффективное моделирование, позволяющее увеличить количество обрабатываемых кубитов (при наличии достаточных ресурсов для хранения состояния) за счёт наложения ограничений на схему.

Самым простым вариантом является ограничение запутанности. Для схем с малой запутанностью отсутствует необходимость использовать 2^n состояний (так как большая часть коэффициентов будут 0), можно использовать подходы, применяемые для разреженных матриц.

Также можно ограничить используемые в схеме вентили, разрешив использовать только вентили Клиффорда (элементы группы Клиффорда, которые нормализуют n-кубитную группу Паули). В таком случае, согласно теореме Готтесмана-Найлла, квантовая схема может быть эффективно промоделирована на классическом компьютере [3].

При этом, наилучших результатов удалось достичь, моделируя схемы с полилогарифмической древесной шириной. Квантовая схема с T элементами, лежащая в основе графа, имеющего древесную ширину d, может быть детерминировано промоделирована за время $T^{O(1)}exp(O(d))$, что полиномиально, если $d = O(logT)$. К такому дереву можно свести схему, в которой вентили применяются только к малому числу близлежащих кубитов, что часто является естественным ограничением, которому удовлетворяет большинство физических реализаций [2]. Данный подход позволил разработчикам симулятора qFlex из NASA и Google выполнить моделирование 121 кубита.

Моделирование квантовых вычислений — сложная задача, так как имеет место экспоненциальный рост обрабатываемого состояния системы с ростом числа кубит, причём разработчики не могут бесконечно «заливать проблему железом», увеличивая вычислительные мощности, на которых запущен симулятор, гораздо более эффективным является анализ схемы с целью применения существующих эффективных алгоритмов.

Список литературы

1. Нильсен М. Квантовые вычисления и квантовая информация / М. Нильсен, И. Чанг. М.: Мир, 2006. 822 с.
2. Markov I.L., Shi Y. Simulating Quantum Computation by Contracting Tensor Networks // SIAM Journal on Computing. 2008. I. 38. № 3. pp. 963-981. DOI: http://dx.doi.org/10.1137/050644756.
3. Corney S.P., Delbourgo R., Jarvis P.D. The Heisenberg Representation of Quantum Computers // Proceedings of the XXII International Colloquium on Group Theoretical Methods in Physics.

Cambridge, MA: International Press, 1999. 32-43 p. DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.quant-ph/9807006.

УДК 004.052

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ RUST ДЛЯ РАЗРАБОТКИ БЕЗОПАСНОГО ПО

Портнов П.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
portnovpv@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Ключарев П.Г., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Термин «*безопасное программное обеспечение*» используется для обозначения ПО, разработанного с использованием совокупности мер, направленных на предотвращение появления и устранение уязвимостей программы [1]. Исследование, проведённое компанией Google в 2021 году, показывает, что около 70% всех уязвимостей ИБ в их браузере Google Chrome связано с некорректной работой с памятью в программе [2]. Аналогичную оценку получили ранее и исследователи из Microsoft, заявив в 2019 году, что порядка 70% заводимых ими CVE (Common Vulnerabilities and Exposures, база данных общеизвестных уязвимостей информационной безопасности) связаны именно с проблемами работы с памятью.

Один из путей снижения риска таких уязвимостей – использование современных программных инструментов, призванных их устранить: специализированных языков программирования, статических и динамических санитайзеров, а также соблюдение стандартных методологий и подходов в программировании. Одним из примеров объединения этих подходов является язык программирования Rust, ставящий одной из целей своего существования предоставление удобных инструментов для разработки безопасного и высокопроизводительного программного обеспечения.

Основой семантической составляющей языка Rust можно считать его систему типов: она является *сильной* (отсутствует неявное преобразование типов) и *статической* (значения обладают конкретными типами на этапе компиляции программы). Кроме широко распространённых в различных языках программирования типов, таких как знаковые и беззнаковые целочисленные значения, числа с плавающей точкой, булевы значения, массивы фиксированного размера и композитные типы (структуры), в языке Rust присутствуют также алгебраические типы: 1) суммы (enum), соответствующие дизънктному объединению исходных типов и 2) произведения (кортежи, tuple), последовательности гетерогенных данных. Другой инструмент, языка типажи (traits), позволяет описывать обобщённые интерфейсы, которые могут быть реализованы конкретными типами и, в отличие от подхода в таких языках как Java и C#, осуществлять абстрагирование по статическим членам и реализовывать статический полиморфизм с использованием механизма обобщений (generics). В дополнение к этому, язык также содержит в себе специфические типы, такие как: 1) функции первого класса (функции как объекты); 2) низший тип (bottom type, never type), являющийся типом никогда не завершающихся операций, таких как бесконечный цикл. При этом в языке присутствует механизм автоматического выведения типов, упрощающий разработку прикладного ПО, гарантирующего *целостность данных*.

На основе продвинутой системы типов, строится один из наиболее известных механизмов Rust – *система владений*, задача которой заключается в предотвращении ошибок работы с памятью, таких как use-after-free (использование ресурса после его освобождения), double-free (многократное освобождение одного ресурса) и buffer-overflow (обращение к данным за границами буфера). Для этого в компилятор встроены правила: у данных есть единственный *владелец*, на данные может существовать неограниченное число *общих ссылок*, на данные может

существовать единственная *эксклюзивная ссылка*. Принудительное соблюдение этих правил позволяет гарантировать отсутствие обозначенных уязвимостей как в однопоточном, так и в многопоточном коде.

Кроме этого, язык программирования Rust содержит богатый инструментарий для написания сложного промышленного кода: например, в языке присутствует синтаксис async-await, позволяющий описывать асинхронные вычисления. Компилятор генерирует конечный автомат, описывающий переходы между состояниями, в то время как выбор конкретной реализацию среды исполнения даётся разработчику. Таким образом, простой становится разработка отказоустойчивого ПО, эффективно утилизирующего системные ресурсы, что является одним из инструментов обеспечения *доступности данных*.

Подводя итог, можно заметить, что язык программирования Rust благодаря своей архитектуре и продвинутому компилятору позволяет предотвратить распространённый класс уязвимостей, связанных с некорректной работой с памятью, а также увеличить эффективность и надёжность разрабатываемого на нём ПО. При этом стоит помнить, что логические ошибки всё ещё могут появляться в любых программах, но использование таких средств, как богатая система типов, позволяет сократить их долю.

Список литературы

1. ГОСТ Р 56939-2016 (ОКС 35.020). Национальный стандарт Российской Федерации. Защита информации / разработка безопасного программного обеспечения. Общие требования Утв. и введен 01.06.2016 г. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200135525 (Дата обращения: 18.04.2024)
2. An update on Memory Safety in Chrome: Google Security Blog. URL: https://security.googleblog.com/2021/09/an-update-on-memory-safety-in-chrome.html (Дата обращения: 18.04.2024).
3. A proactive approach to more secure code: MSRC Team. URL: https://msrc.microsoft.com/blog/2019/07/a-proactive-approach-to-more-secure-code/ (Дата обращения: 18.04.2024)

УДК 57.087.1

ОБЗОР ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Харьков А.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
kharkovav@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Левиев Д.О., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Биометрические технологии играют важную роль в современном мире, обеспечивая надежные методы идентификации личности. Среди разнообразия биометрических характеристик, таких как лицо, отпечатки пальцев и голос, существует несколько основных методов распознавания, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Методы распознавания по изображению лица широко используются в системах видеонаблюдения, авторизации и безопасности. Они основаны на анализе уникальных черт лица, таких как расположение глаз, носа и рта. Одним из наиболее распространенных подходов является использование алгоритмов компьютерного зрения для сопоставления характеристик лица на изображении с базой данных. Тем не менее, этот метод может столкнуться с проблемами, такими как изменение внешнего вида лица из-за освещения или угла обзора, а также с проблемой ложного распознавания [1]. В связи с этим активно разрабатываются методы, использующие глубокое обучение для улучшения точности распознавания лиц. Такие методы позволяют более

точно выделять характерные особенности лица и бороться с проблемами изменяющихся условий освещения и обзора.

Отпечатки пальцев являются одной из самых надежных биометрических характеристик. Преимущества этого метода включают в себя высокую степень надежности и уникальности, поскольку даже у близнецов отпечатки пальцев различаются. Методы распознавания отпечатков пальцев основаны на анализе узоров на пальцах, которые делятся на дуговые, петлевые и завитковые. Существуют три основных класса алгоритмов классификации, включая корреляционное сравнение, сравнение по особым точкам и сравнение по всему узору. Корреляционное сравнение простое и имеет низкие требования к качеству изображения, но чувствительно к изменениям положения пальца. Для улучшения точности может потребоваться многократное сравнение с разными фильтрами, что замедляет работу системы. Сравнение по особым точкам находит особые точки и строит плоскость, сравнивая их с базой данных. Этот метод быстрее, устойчив к смещениям и поворотам, но может потребовать больше времени на построение плоскости. Сравнение по всему узору разбивает узор на маленькие части и анализирует каждую отдельно, что обеспечивает более гибкую настройку точности и устойчивость к некачественным изображениям.

Голосовые биометрические технологии используются для идентификации личности по уникальным особенностям голоса. Методы распознавания по голосу могут столкнуться с проблемами, такими как акустические шумы, некачественная запись или изменения в речи из-за физических или эмоциональных состояний. Одним из наиболее распространенных методов является использование мэл-частотных кепстральных коэффициентов для извлечения признаков из речевого сигнала [2]. Современные методы распознавания по голосу становятся все более точными и устойчивыми к внешним воздействиям. Использование нейронных сетей и глубокого обучения позволило создавать более сложные модели, учитывающие различия в интонации, акцентах и других особенностях речи.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что методы, созданные для распознавания по изображению лица, отпечаткам пальцев и голосу, предоставляют широкий спектр возможностей для идентификации личности. Однако, каждый из этих методов имеет свои ограничения и требует тщательной настройки и анализа. Разработка более эффективных и надежных методов распознавания является активной областью исследований в области биометрии, с целью обеспечения безопасности и удобства в различных сферах жизни.

Список литературы

1. Кухарев Г.А. Методы обработки и распознавания изображений лиц в задачах биометрии / Кухарев Г.А., Щеголева Н.Л., Матвеев Ю.Н., Каменская Е.И.; под ред. М.В. Хитрова. СПб.: Политехника, 2013. 388 с.
2. Первушин Е.А. Обзор основных методов распознавания дикторов // Математические структуры и моделирование. 2011. № 24. С. 41–54.

СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 004.054

МЕТАМОРФНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ В ИЗУЧЕНИИ ФОРМАЛЬНЫХ ЯЗЫКОВ

Дельман А.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
adelman2112@gmail.com
Терентьева А.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
mathhyyn@gmail.com
Научный руководитель: Непейвода А.Н., ассистент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
a nevod@mail.ru

Конвертер формальных языков Chipollino [1] – разработанное студентами кафедры ИУ9 приложение, позволяющее совершать широкий перечень преобразований над различными представлениями формальных языков, результаты которых предоставляются пользователю в виде подробного отчета. Конвертер предоставляет возможность на наглядных примерах изучать теорию автоматов и связанные с ней разделы теории формальных языков. Конвертер поддерживает операции над следующими классами объектов: регулярные выражения, конечные автоматы, префиксные грамматики, полугруппы преобразований, расширенные регулярные выражения и конечные автоматы с памятью. В проекте реализовано около 60 функций преобразователя.

При разработке проекта применялось unit-тестирование, однако покрытие всех краевых сценариев выполнения преобразований оказалось достаточно сложной задачей. Необходимо было найти альтернативный способ тестирования.

Метаморфное тестирование – техника тестирования программного обеспечения, основанная на определении связей между входными данными и ожидаемыми результатами, которая позволяет обнаружить ошибки в программе путем проверки соответствия этих связей при изменении входных данных.

В нашем случае связи между входными данными и результатами преобразований основываются на различных леммах и теоремах из области теории формальных языков. Тестирование осуществляется на наборе случайных данных. Для этой цели в проекте реализованы параметризованные генераторы регулярных выражений и автоматов.

Данные генераторы доступны не только разработчику, но и пользователю, посредством экспериментального верификатора гипотез. Команда интерфейса *Verify* имеет следующий синтаксис: *Verify <Expr> n*, где *n* – количество тестов. Она принимает на вход выражение *Expr* с единственным предикатом – гипотезу. Для верификации строится множество тестов, в которых на место специального ключевого слова в выражении подставляются случайно сгенерированные объекты. В результатах выполнения отражается доля тестов с положительным значением предиката и приводятся примеры, опровергающие гипотезу.

Тестирование на гипотезах может дать не только информацию об ошибках, но и углубленное понимание теории автоматов, как показал опыт проверки рассматриваемых ниже утверждений.

Гипотеза 1: *(Equal (RemEps.Thompson *) (Glushkov *))*

В статье [2] о способах построения автоматов без ε-переходов утверждается, что автоматы Глушкова и Антимирова могут быть построены из автомата Томпсона с использованием базовых преобразований. Так, для построения автомата Глушкова достаточно удалить ε-переходы из автомата Томпсона. Однако, уже здесь мы обнаружили, что в статье упомянут алгоритм удаления эпсилон переходов, который не дает желаемого результата и нам

пришлось использовать алгоритм объединения ε-замыканий в новые классы-состояния.

Гипотеза 2: *(Equal (RemEps.DeAnnote.Minimize.RemEps.Annote.Thompson *) (Antimirov *))*

Данную гипотезу получилось опровергнуть. Как оказалось, авторы статьи использовали допущение, что выражения не содержат ненормализованных конструкций, как, например, таких, где подвыражение дважды берется под итерацию. Контрпримеры содержат паттерны вида $ww^* \mid \varepsilon$ или $(w^*)^*$.

Гипотеза 3: (*Equal (Determinize.Reverse.Determinize.Reverse *NFA) (Minimize *NFA))*

Еще один пример – алгоритм Брзозовски минимизации автомата [3]. Утверждается, что цепочкой обращений и детерминизаций можно получить минимальный автомат для языка. Но верификация не показывает желаемого результата – получаем долю успешных тестов, примерно равную 70%. Как оказалось, алгоритм предназначен для автоматов, допускающих несколько начальных состояний, но стандартно на практике используются конечные автоматы с одним начальным состоянием, что делает его неприменимым для нашей модели. Слияние по бисимуляции последним преобразованием в цепочке позволяет добиться положительного результата.

Тестирование на случайных данных позволило выявить ряд ошибок в коде приложения и продолжает использоваться при внедрении в конвертер новых функциональных возможностей. А большое количество представлений и возможность их автоматического анализа на собственноручно построенной последовательности операций позволяет пользователям на практике при помощи верификатора гипотез проанализировать свойства абстракций и преобразований над ними.

Список литературы

1. OnionGrief. Репозиторий конвертера формальных языков Chipollino, 2022–2024. URL: https://github.com/OnionGrief/Chipollino. (Дата обращения 01.05.2024)
2. Allauzen C., Mohri M. A Unified Construction of the Glushkov, Follow, and Antimirov Automata // MFCS 2006. LNCS. Heidelberg: Springer, 2006. V. 4162, pp. 110–121. DOI: 10.1007/11821069_10.
3. Brzozowski J.A. Canonical regular expressions and minimal state graphs for definite events // Mathematical Theory of Automata. 1962. № 12, pp. 529-561.

УДК 004.78

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОТОБРАЖЕНИЯ 3D-МОДЕЛЕЙ КИСТИ РУКИ В OBJ ФОРМАТЕ

Дужеева Е.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
katy2jf@gmail.com
Научный руководитель: Посевин Д.П., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
posevin@bmstu.ru

В настоящее время все чаще приходится иметь дело с обработкой трехмерных моделей в различных видах деятельности, таких как: инженерная графика и прототипирование, мобильная разработка и геймдев, архитектура и дизайн интерьеров, цифровые медицинские технологии и т.д. С активным распространением сквозных цифровых технологий, развитием технологий виртуальной и дополненной реальности возникает потребность в создании более реалистичных и интерактивных сред представления трехмерных изображений. В связи с этим задачи разработки оптимальных программных продуктов для эффективной обработки и отображения трехмерных графических моделей в высоком качестве и с заданной точностью являются актуальными. В медицине исследование методов отображения 3D-моделей кисти руки может

быть полезным для разработки реабилитационных приложений и взаимодействия с пациентами. На данный момент существует несколько проектов: «Сурдофон», «Адаптис», автоматический сурдоперевод на базе Leap Motion, которые отображают изображения жестов и способствуют улучшению качества коммуникации между людьми с инвалидностью по слуху и людьми, не знающими языка жестов.

Целью данной работы является исследование возможности обработки и отображения 3D-моделей кисти руки для дальнейшей реализации приложения перевода языка жестов с возможностью синхронной визуализации движения кисти руки во время сурдоперевода. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: изучение форматов хранения данных для работы с 3D-графикой; изучение соответствующих библиотек для работы с компьютерной графикой; реализация приложения отрисовки трехмерных объектов, данные о которых хранятся в файле требуемого формата; изучение способов наложения текстур на объект.

Существует множество форматов файлов для хранения 3D-изображений, такие как STL, OBJ, FBX и COLLADA. Например, STL-файлы чаще всего используются для 3D-моделирования и печати, поскольку они хранят информацию в формате, который может считывать 3D-принтер. Файлы в формате OBJ обычно используются для хранения данных компьютерной графики и обычно содержат информацию о поверхностях объекта, включая геометрию, цвет, текстуры и материалы. Файлы FBX и COLLADA используются для видеоигр, анимированной графики, виртуальной реальности и архитектурного дизайна. Для работы над проектом был выбран OBJ-формат, поскольку файлы этого типа могут состоять из многоугольников, в отличие от STL-файлов, которые задаются сеткой из множества треугольников, OBJ-формат используется в приложениях 3D-графики на ряду с такими форматами, как FBX и COLLADA. Однако OBJ не содержит данных о представлении сцены. Дополнительно стоит отметить, что OBJ-формат имеет важное преимущество — небольшие размеры данных, OBJ-файлы не содержат информации о текстуре, цвете и других свойствах поверхности объекта, для этого используется формат MTL. Все приведенные выше факты безусловно влияют на скорость обработки данных при реализации приложения реального времени.

Для реализации приложения отрисовки трехмерных объектов был выбран язык программирования Python, в связи с достаточным количеством поддерживаемых библиотек необходимых для проведения исследования, включая библиотеки для работы с 3D-графикой, такие как PyQtGraph и Matplotlib, которые используются для визуализации данных в реальном времени и подходят для создания интерактивных графиков, гистограмм и других типов визуализаций. Pygame — это простая в использовании библиотека для языка программирования Python, с помощью которой можно создавать 2D и 3D-игры, эта библиотека оптимизирована для достижения высокой производительности приложений, однако она обладает меньшими возможностями, чем PyOpenGL, и больше ориентирована на 2D-графику. В свою очередь фреймворк PyOpenGL позволяет использовать функциональность OpenGL для создания 3D-графики и предоставляет возможность создавать сложные сцены и анимации. PyOpenGL обладает высокой производительностью, что важно для приложений, требующих быстрого обновления кадров. В данной работе PyOpenGL применялся для отображения трехмерных моделей, а библиотека Pygame для обработки событий.

В результате были изучены структуры файлов формата OBJ [1, 2] и MTL, разработано приложение на языке программирования Python с использованием фреймворка PyOpenGL, отображающее различные объекты представленные в OBJ-формате с возможностью наложения на них текстур полученных из файла с расширением MTL [3]. В ходе тестирования приложения было выявлено, что оно способно отрисовывать модели различной сложности так, что если модель состоит из большого количества составных частей, в нашем случае это могут быть фаланги пальцев кисти руки, то затрачивается больше времени на ее визуализацию и построение, но при этом смена уже построенных изображений кисти руки в режиме реального времени происходит практически мгновенно. Реализованное приложение позволяет отображать объект с разных ракурсов, вращать его и изменять размеры.

Результаты данной работы в дальнейшем планируется использовать для разработки мобильного приложения для дактилирования устной и письменной речи в режиме реального времени на языке программирования Dart с помощью фреймворка Flutter и пакета Flutter Cube.

Список литературы

1. Сайдова Н.С. Хайдаров О.Р. Особенности OPENGL в программировании // Проблемы науки. 2021. В. 62. № 3. С. 50-53.
2. Камалидинова Э.Р., Рожина И.В. Программы построения трехмерных графических изображений // Актуальные вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий: межвузовский сборник научных работ / Уральский государственный педагогический университет. Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2015. С. 82-90.
3. Иваненко Д.А. Исследование и программная реализация методов создания трехмерных реалистических изображений с использованием glsl 4.x. (opengl shader language) // Вестник современных исследований. 2018. В. 20. № 5.3. С. 449-450.

УДК 004.78

ПЛАТФОРМА ДЛЯ СОЦИАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ АКВАРИУМ

Дыбка Д.В., студент
Православный Свято-Тихоновский гуманитарный университет, факультет «Информатики и прикладной математики»
daniil@dybka.ru
Научный руководитель: Богачева А.Н., зам. декана факультета
Православный Свято-Тихоновский гуманитарный университет, факультет «Информатики и прикладной математики»
fipm@pstgu.ru

Рынок платформ социального взаимодействия – это актуальное и быстро развивающееся направление, которое помогает пользователям поддерживать связь между собой и быстро информировать о важных событиях. Платформы социального взаимодействия позволяют пользователям отправлять сообщения и медиафайлы, выполнять голосовые звонки, создавать и комментировать публикации.

Целью данного проекта является разработка веб-ориентированной платформы для социального взаимодействия между пользователями посредством обмена текстовыми сообщениями и медиафайлами.

Для достижения поставленной цели требуется реализовать следующие задачи:

- проанализировать рынок платформ социального взаимодействия;
- выбрать стек технологий;
- спроектировать и реализовать логическую модель информационной системы;
- разработать прототип информационной системы;
- провести тестирование;
- разместить платформу на виртуальном выделенном сервере.

Для разработки серверной части проекта был выбран язык программирования PHP 8.0 [1] и фреймворк Laravel 10.0 [2], для разработки клиентской части проекта платформы был выбран свободный набор инструментов Bootstrap 5.0, для динамического обновления данных веб-форм – библиотека jQuery языка программирования JavaScript [3], для хранения данных была выбрана свободная реляционная система управления базами данных MySQL с использованием ORM-библиотеки Eloquent фреймворка Laravel.

Для доступа к разработанной платформе социального взаимодействия требуется произвести регистрацию в системе, используя адрес электронной почты и пароль, либо используя «быструю регистрацию» посредством протокола авторизации OAuth Яндекса или Google. После авторизации пароль пользователя шифруется по технологии Bcrypt, которая гарантирует полную безопасность данных и исключает возможность расшифровки исходного пароля пользователя.

У пользователей данной платформы есть возможность персонализировать отображение личной страницы, на которой отображается: псевдоним, описание страницы, главное и фоновое изображения. Данная информация отображается в профиле вместе с количеством подписчиков, подписок и достижений. Существует возможность изменить электронную почту, пароль, удалить профиль и добавить второй аккаунт в разделе «настройки».

Социальное взаимодействие реализовывается через возможность подписки на другие профили, отслеживание обновлений пользователей и публикацию текстовых сообщений и медиафайлов. Чтобы стимулировать пользователей развивать свои профили, был реализован функционал достижений. Достижения выдаются за выполнение следующих действий: регистрация аккаунта при помощи OAuth Яндекса или Google, информация о баг-репортах социальной платформы, подписка на Telegram-канал.

Для обеспечения безопасности данных социальной платформы реализована возможность блокировки аккаунта на несколько часов или на неопределенный срок, при этом блокировка аккаунта производится при нарушении пользовательского соглашения, либо выполнения вредоносных действий, направленных на ухудшение работы платформы.

Дополнительно в шаблоны страниц платформы был установлен код приложения Яндекс Метрики, который собирает статистику посещения страниц, выполняет подсчет количества регистраций и авторизаций – это положительно влияет на развитие платформы и помогает в анализе действий пользователей.

В результате работы было реализовано веб-ориентированное программное обеспечение для социального взаимодействия между пользователями, выполнено тестирование системы и размещение её на виртуальном выделенном сервере, интегрировано приложение Яндекс Метрики для подсчета количества регистраций и авторизаций.

Список литературы

1. Касымбекова Ч.М., Матисаков Ж.К. Особенности разработки веб-приложения на PHP // Физик: ученый, педагог, наставник: сборник научных трудов / Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского. Саратов: Саратовский источник, 2023. С. 179-185.
2. Этчанов А.В. Веб-разработка с использованием PHP и фреймворка Laravel // Индустрия 1С: сборник статей II региональной научно-практической конференции (Брянск, 28 ноября 2023 года.). Брянск: Брянский государственный инженерно-технологический университет, 2023. С. 399-406.
3. Хашимов А.А., Кузнецов С.А., Сафонова И.В. Основы Javascript // Перспективные аспекты моделирования систем и процессов: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, 07 октября 2023 года). Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2023. С. 223-228. DOI 10.58168/PAMSP_223-228.

УДК 004.588

ПРОТОТИП ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА НА ОСНОВЕ 3D-ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Кирюхин Н.М., студент
Электростальский политехнический институт (филиал) Московского политехнического университета, факультет «Управление»
pol.jk0123321@gmail.com
Научный руководитель: Сальников М.М. вед. инженер, ст. преподаватель
АО «Машиностроительный завод», Электростальский политехнический институт (филиал) Московского политехнического университета,
smmsna@mail.ru

Система обучения персонала – это система подготовки персонала, которая строится на решении некоторых проблем, являющихся специфичными для конкретной организации. Подобные системы позволяют снизить нагрузку на уже действующий персонал посредством упразднения слишком тесного и продолжительного взаимодействия между обучаемыми и обучающими. Содержание систем обучения также зависит от направления деятельности и от возможных технологических процессов, протекающих в конкретной организации.

Технологический процесс – это последовательность технологических операций, которые необходимы для выполнения определенного вида работ. В данном случае система обучения разрабатывается для технологического процесса транспортировки сыпучего продукта – порошка [1]. Порошок поступает из печи под действием силы тяжести через ротационный клапан в емкость для стабилизации, в которой происходит процесс продувки воздухом, охлаждения азотом и определения влажности. В случае превышения допустимого уровня влажности продукт выгружается в емкости для некондиционного продукта. Если влажность является допустимой, то продукт транспортируется при помощи системы пневмотранспорта в емкости для хранения. Изначально в системе пневмотранспорта образовано состояние вакуума, процесс транспортировки происходит посредством подачи воздуха в эту систему через воздушный фильтр, выходящий в атмосферу, а засасывание воздуха происходит при помощи воздуходувок. Таким образом, вместе с потоком воздуха транспортируется сам порошок в одну из емкостей хранения.

Систему обучения персонала, рассматриваемую в данной работе необходимо реализовать с учетом того, что в ней должно быть объединение информативной и практической частей систем обучения. Реализацию 3D-визуализации необходимо выполнить на движке Unreal Engine 5.3, так как данный движок является передовым в области 3D-разработок [2].

Движок разработки позволяет использовать технологию Nanite [3] – это система виртуальной геометрии, которая использует новый формат внутренней сетки и технологию рендеринга для визуализации деталей в пиксельном масштабе и большого количества объектов. Технология интеллектуально обрабатывает только те детали, которые можно воспринять, и не более. Использование данной технологии позволяет уделять меньше внимания количеству полигонов, которыми модель располагает, а также увеличить производительность и стабильность системы обучения.

В результате работы было создано приложение, состоящее из следующих компонентов:

– меню, из которого по нажатию на кнопку «Начать» можно войти в 3D-среду системы обучения;
– подпункт меню «Справка», в которой можно рассмотреть 3D-модели основного задействованного оборудования и его описание;
– 3D-среда системы обучения, в которой отображено расположение оборудования технологического процесса в соответствии с реальными схемами;
– меню «Пауза».

Система обучения разработана на языке Blueprint с редактированием в C++.

Одной из следующих задач является разработка окна-виджета помощи пользователю и отображение протекания технологического процесса с описанием каждого шага, также планируется увеличить число технологических процессов в системе.

Список литературы

1. Потеряев С.Н., Розаненков И.Э., Сивинских И.А., Ташлыков О.Л. 3D-моделирование технологических процессов в целях снижения радиационных нагрузок на персонал / // Ядерные технологии: от исследований к внедрению – 2021: сборник материалов научно-практической конференции (Нижний Новгород, 16 апреля 2021 года). Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2021. С. 104-106.
2. Жалыбин И.О., Катермина Т.С. Использование игрового движка Unreal Engine в производстве промышленных приложений // Современное программирование: материалы III Международной научно-практической конференции (Нижневартовск, 27–29 ноября 2020 года). Нижневартовск: Нижневартовский государственный университет, 2021. С. 44-47.
3. Информация о технологии Nanite. URL: https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/nanite-virtualized-geometry-in-unreal-engine?application_version=5.3 (Дата обращения 29 апреля 2024 г.).

УДК 004.934.2

ПРОТОТИП ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ЗВУКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Степанов Б.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
stepanov.boris.2002@gmail.com
Научный руководитель: Посевин Д.П., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
posevin@bmstu.ru

Анализ звуковой информации широко используется в современных информационных системах: различные умные помощники позволяют пользователю взаимодействовать с приложениями при помощи устной речи, социальные сети предоставляют возможность транскрипции голосовых сообщений, а отдельные сервисы позволяют очистить звуковой поток от посторонних шумов. Классификация звуковой информации может быть использована для идентификации говорящего, определения языка или диалекта, а при обучении на достаточно большой выборке может даже использоваться для распознавания слов, данная информация затем может быть использована не только для решения отдельных задач классификации, но и передана следующему модулю для оптимизации параметров звукового потока перед его анализом. Например, для упрощения транскрипции речи, перед началом работы модуля транскрипции модуль классификации может быть использован для определения языка, диалекта и особенностей речи говорящего.

До начала анализа речевых данных необходимо выделить признаки, отображающие лингвистическое содержание сообщения и отбросить посторонние признаки, соответствующие шуму и эмоциям. Звуки, возникающие в ходе речи, во многом определяются формой голосового тракта, языка и зубов. Таким образом, зная форму голосового тракта, можно получить представление о производимых звуках. Форма голосового тракта описывается огибающей спектра, которая в свою очередь может быть описана при помощи мел-кепстральных коэффициентов [1]. Для получения этих коэффициентов звуковой сигнал разбивают на фрагменты длиной от 10 до 30 мс. Поскольку звуковой сигнал не является периодической функцией, применение к нему преобразования Фурье в таком виде приведет к образованию утечек на концах сегментов. Чтобы уменьшить влияние этих утечек на результат анализа, каждый

сегмент умножается на оконную функцию Хемминга, после чего к каждому сегменту применяется дискретное преобразование Фурье. Затем вычисляется блок треугольных мел-фильтров, которые используются для получения энергии сигналов внутри сегментов. Для имитации особенности человеческого уха, заключающейся в способности лучше различать изменения высоты звука при низких частотах звуковой волны, полученные энергии логарифмируют. Наконец, к полученным значениям применяют дискретное косинусное преобразование. Результатом выполнения данного преобразования является набор мел-кепстральных коэффициентов.

Извлеченные мел-кепстральные коэффициенты могут использоваться для классификации диктора, однако с целью упрощения процесса анализа и повышения точности результатов к ним сначала применяется предобработка. Это также позволяет минимизировать ошибки, которые могли возникнуть из-за сегментирования изначального звукового сигнала и исключить зависимость от ширины сегментов и размера сдвига. Одним из способов предобработки мел-кепстральных коэффициентов является система под названием «x-vector» [2], использующая нейронную сеть с задержкой по времени.

Одним из методов, используемых для решения задач классификации, является метод опорных векторов [3]. Основная идея метода заключается в вычислении гиперплоскости, разделяющей всё факторное пространство классифицируемых объектов на набор подпространств, соответствующих данному набору классов. Размерность гиперплоскости при этом должна быть на единицу меньше размерности разделяемого пространства. В общем случае существует несколько таких гиперплоскостей, но с точки зрения классификации оптимальной является гиперплоскость, расстояние которой от каждого из классов максимально. При этом лежащие ближе всего к оптимальной разделяющей гиперплоскости объекты классов, которые, как правило, представляют собой векторы действительных чисел, называются опорными векторами. Сам метод позволяет проводить лишь дихотомическую классификацию, однако существуют способы модифицировать его для получения мультиклассового классификатора.

В результате выполнения работы был реализован прототип информационной системы анализа звуковой информации, состоящий из мобильного клиента, сервера и набора сериализованных классификаторов, позволяющая проводить классификацию отправляемого на сервер звукового файла. Для создания мобильного приложения был использован язык программирования Dart и фреймворк Flutter. Сервер был реализован на языке программирования Python с использованием фреймворка Fast API. Извлечение x-vector'ов производится при помощи нейронной сети nnet-3, являющейся частью библиотеки Kaldi. В качестве классификатора используется реализация метода опорных векторов из библиотеки машинного обучения scikit-learn. Обученные модели сериализируются при помощи библиотеки сериализации joblib и сохраняются в директории сервера для дальнейшего использования.

В дальнейшем данная информационная система будет использована для проведения экспериментов по классификации и распознаванию диалектов в различных языках.

Список литературы

1. Davis S.B. Comparison of parametric representations for monosyllabic word recognition in continuously spoken sentences / S.B. Davis, P. Mermelstein // IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing. 1980. V. 28, I. 4. pp. 357-366.
2. Snyder D., Garcia-Romero D., Sell G., Povey D., Khudanpur S. X-vectors: Robust DNN embeddings for speaker recognition. // Proc. IEEE Int. Conf. Acoust. Speech Signal Process. 2018. pp. 5329-5333.
3. Dehak N., Dehak R., Kenny P., Brummer N., Ouellet P., Dumouchel P. (2009). Support vector machines versus fast scoring in the low-dimensional total variability space for speaker verification. // Proceedings of the Annual Conference of the International Speech Communication Association, INTERSPEECH. №1. pp. 1559-1562. DOI:10.21437/Interspeech.2009-385.

УДК 004.031.42

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Шевченко К.К., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
k.sh3vch3nko@yandex.ru
Научный руководитель: Посевин Д.П., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
posevin@bmstu.ru

В настоящее время развитие науки и техники ведёт к существенному усложнению инженерных и научных расчётов. В связи с этим возрастает актуальность создания и внедрения современных информационных систем, способных эффективно обрабатывать возрастающие объёмы данных, особенно в области проектирования и эксплуатации электронных устройств и электрических цепей [1]. Актуальность данного направления обусловлена не только стремительным развитием электроники и систем автоматизации, но и необходимостью минимизации рисков, связанных с допущением ошибок в процессах проектирования, что может привести к серьёзным аварийным ситуациям.

Электронные устройства находят всё более широкое применение в различных сферах жизнедеятельности человека – от бытовой электроники до сложных промышленных и телекоммуникационных систем. Каждое из этих устройств реализуется на основе сложных электрических цепей, точность и оптимальность проектирования которых являются критически важными факторами в современном мире. Традиционные методы расчёта уже не могут полностью удовлетворять возросшим требованиям индустрии в части скорости и точности, учитывая высокую вероятность человеческой ошибки при ручной обработке данных.

На российском рынке особенно актуальным становится вопрос развития и адаптации современных средств моделирования электрических цепей, особенно в свете усиления фокуса на развитие отечественных технологий и снижения зависимости от иностранных программных продуктов. Университеты и технические колледжи активно ищут эффективные и доступные решения для обучения будущих инженеров, что стимулирует спрос на разработку учебно-ориентированных информационных систем. Решения, доступные на российском рынке, значительно менее известны и распространены в сравнении с популярными международными платформами. Для достижения уровня их готовности и функциональных возможностей, сопоставимых с ведущими мировыми системами, требуются значительные усилия.

Целью данной работы является разработка веб-ориентированной информационной системы расчёта параметров электрических цепей. Выбор в пользу веб-ориентированного решения сделан в силу современных требований к доступности и оперативности инженерных инструментов, обходящихся без необходимости установки сложного программного обеспечения [2]. Для достижения поставленной цели был проведён тщательный анализ существующих алгоритмов расчёта, включая метод эквивалентных преобразований, метод эквивалентного генератора, метод наложения, модифицированный метод узловых потенциалов, а также метод контурных токов. В результате сравнительного анализа было принято решение выбрать для интеграции в систему модифицированный метод узловых потенциалов и метод контурных токов, как наиболее универсальные и масштабируемые [3]. Другое преимущество алгоритмов – формализация задачи расчёта в виде решения системы линейных уравнений с применением численных методов линейной алгебры, что делает указанные методы идеально подходящими для программной реализации. Основываясь на требованиях к производительности, удобству и надёжности, был выбран следующий стек технологий: HTML, CSS и JavaScript для frontend-разработки и язык программирования Python3 для разработки backend-части. Поскольку подобные системы требуют динамическое отображение изменений параметров цепи в реальном времени, было решено использовать фреймворк React, позволяющий оптимизировать

производительность приложения за счёт компонентного подхода и эффективного управления текущим состоянием. Для обработки запросов от клиентской части предусмотрено использование гибкого фреймворка Flask, поставляющегося со встроенным сервером разработки, а для обеспечения мгновенной реакции системы на действия пользователя и обновления данных в реальном времени – использование технологии WebSocket, позволяющей поддерживать постоянное взаимодействие между клиентом и сервером без необходимости перезагрузки страницы.

В результате работы над проектом был реализован прототип веб-ориентированной информационной системы, позволяющий создавать и модифицировать схемы электрических цепей постоянного тока, включающих активные и пассивные компоненты, а также производить их расчёт с использованием упомянутых методов. Проведено тестирование с целью оптимизации производительности и обнаружения потенциальных ошибок.

В дальнейших планах по развитию проекта предусмотрено улучшение части пользовательского интерфейса и внедрение дополнительных компонентов цепей, таких как конденсаторы, индукторы, трансформаторы. Это расширит функциональность и позволит проводить расчёты более сложных цепей переменного тока, делая систему применимой не только в образовательных целях, но и в профессиональной сфере для комплексного проектирования и анализа электрических систем.

Список литературы

1. Cadle J. Developing Information Systems / James Cadle, Tahir Ahmed, Julian Cox, Lynda Girvan, Alan Paul, Debra Paul, Peter Thompson. London: BCS, The Chartered Institute for IT, 2014. 320 p.
2. Connolly R., Hoar R. Fundamentals of Web Development / 2nd ed. New York: Pearson, 2022. 1024 p.
3. Alexander C.K. Fundamentals of electric circuits / Charles K. Alexander, Matthew N.O. Sadiku. 7th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2021. 982 p.

СЕКЦИЯ «ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ»

УДК 003.26

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ СКРЫТОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПОСРЕДСТВОМ СТЕГАНОГРАФИИ В ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Апполонов Н.Н., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
appolonovnn@bmstu.ru
Глухов К.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
gluhov@bmstu.ru
Мамонтов Н.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
mamontov@bmstu.ru
Научный руководитель: Погорелко Е.А., ассистент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
pogorelko@bmstu.ru

В условиях постоянного увеличения числа киберугроз и атак на информационные системы, начинают набирать популярность методы скрытой передачи информации. Распространение данных методов влечет за собой потенциальную угрозу нарушения конфиденциальности информации в виду сложности обнаружения факта сокрытия передачи информации.

Цифровая стеганография - направление классической стеганографии, основанное на сокрытии или внедрении дополнительной информации, вызывая при этом некоторые искажения этих объектов. [1]

Существует пять основных видов цифровой стеганографии: стеганография в изображениях, стеганография в видео, стеганография в аудио, текстовая стеганография и сетевая стеганография. В данной работе рассматривалась только стеганография в изображениях.

Стеганография в изображениях – это сокрытие данных внутри графических файлов. Данный вид стеганографии часто используют, в целях скрытия информации, поскольку цифровое изображение состоит из большого числа элементов и существует множество методов как спрятать данные внутри него.

В ходе работы были рассмотрены методы «впаивания» информации в различные цветовые каналы, а также изменение расстояния между пикселями, несущими скрытое сообщение. Наиболее эффективными оказались: замена последних 1-2 бит канала при максимально большом расстоянии между измененными пикселями; замена любого количества бит канала при условии полной прозрачности изменяемого пикселя.

Также были предложены методы оценки наличия факта передачи информации такие как: экспертная оценка, поканальное отображение, попиксельное сравнение.

Экспертная оценка предполагает использование экспертов, на основании заключений которых рассчитывается вероятность присутствия неестественных артефактов в изображении.

Поканальное отображение предполагает отображение каждого канала изображения по отдельности с целью обнаружения искажений.

Попиксельное сравнение предполагает отрисовку только тех пикселей, которые не совпадают с оригинальным изображением.

Подводя итог работе, хотелось бы отметить, что данный способ сокрытия информации является опасным ввиду сложности обнаружения. Оценку изображения на предмет нахождения в нем скрытых от пользователя данных следует проводить на основе нескольких методов, поскольку у каждого метода есть свои преимущества и недостатки.

Список литературы
1. Вахаб А., Романенко Д.М. Методы цифровой стеганографии на основе модификации цветовых параметров изображения. // Труды БГТУ. 2018. С. 3. № 1. С. 94 - 98.

УДК 004

ВОЗМОЖНОСТЬ ВЫЯВЛЕНИЯ СТАТИЧЕСКИМ АНАЛИЗАТОРОМ ОШИБОК В КОДЕ, ПРИВОДЯЩИХ К РЕАЛЬНЫМ CVE

Быханова Е.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
bykhanova@bmstu.ru
Лагунов А.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
lagunov@bmstu.ru
Научный руководитель: Погорелко Е.А., ассистент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
pogorelko@bmstu.ru

РБПО (разработка безопасного программного обеспечения) включает в себя целый набор мер, применяемых на всем ЖЦ (жизненном цикле) ПО. Для достижения безопасности на всех этапах ЖЦ ПО используются разные методы и разные инструменты, цель применения которых - выявить и устранить уязвимости в коде и в его компонентах до того, как они могут нанести ущерб.

Одним из способов раннего (то есть еще на этапе сборки проекта) выявления ошибок в исходном коде является статический анализ. Его суть заключается в применении к исходному коду ПО алгоритмов, которые по различным методикам определяют синтаксические и иные нарушения, способные привести к уязвимостям.

Для своего исследования мы выбрали разработанный в ИСП РАН статический анализатор Svace. Этот инструмент реализует несколько эффективных видов анализа, среди которых анализ на основе абстрактного синтаксического дерева, консервативный и неконсервативные анализы потока данных, потокочувствительные и потоконечувствительные анализы. Детекторы Svace для анализа языков C и C++ имеют долю истинных срабатываний 69-95% [1] и в настоящий момент этот инструмент поддерживает языки C, C++, C#, Java, Go и др.

Целью нашего исследования было установить соответствие между реальными CVE и результатами срабатываний детекторов статического анализатора при сборке программного кода, содержащего уязвимости.

Для этого были отобраны 30 CVE (Common Vulnerabilities and Exposures, база данных уязвимостей информационной безопасности), связанных с проектами проекта CubeFS (это сервис, выполняющий функции облачного хранилища), Containerd (среда выполнения контейнеров высокого уровня), Helm (Менеджер Cubernetes) и выделены сигнатуры кода, порождавшие уязвимости.

На следующем этапе исследования определили тэги исходников, в которых уязвимый код еще не был исправлен, и запустили сборку этих проектов с применением инструмента Svace. При анализе полученных результатов обнаружили следующее: детекторы статического анализатора в отобранных уязвимых местах кода не были выставлены. В некоторых случаях дошло до того, что даже файлы, в которых мы ожидали увидеть выставленные детекторы, вовсе не отображались в Svacer, что может говорить либо о том, что они в принципе не участвовали в сборке (в связи с конфигурационными настройками самого проекта, например), либо были проанализированы статическим анализатором, но определены как не имеющие ошибок.

Было бы заблуждением сразу заключить, что инструмент статического анализа не применим для обнаружения CVE. Поэтому мы провели дополнительное исследование, в ходе которого выяснили:

- многие уязвимости, имеющие идентификатор CVE, найдены не статическими методами анализа, а динамическими;

- успех обнаружения инструментом статического анализа ошибок, способных в дальнейших привести к реальным уязвимостям и быть зарегистрированными как CVE в том числе может зависеть от следующих факторов:

- вид ошибки: логическая (нюансы реализации программы) или синтаксическая (грамотное использование программистом правил ЯП). Статические анализаторы не детектирует первые, но распознает вторые.
- качество обработки статическим анализатором языковых правил конкретного ЯП.

В нашем случае, в выборку CVE попали ошибки как первого, так и второго типа. Кроме того, выбранные нами для исследования проекты написаны на Go и Java – языки, которые в сравнении с C и C++ тяжелее поддаются статическому анализу, проводимому с использованием инструмента Svace.

По итогам нашего исследования мы сделали следующие выводы:

- при исследовании исходного кода ПО на безопасность необходимо использовать комплексный подход, не ограничиваясь применением инструментов статического анализа;

- для сопоставления зарегистрированных CVE и конкретных детекторов статического анализатора необходимо обеспечивать более качественную выборку исходных данных.

Полученные результаты формируют базу для нового исследования.

Список литературы

1. 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 004.89

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУСТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Гришина Т.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
grishinats@student.bmstu.ru
Петрова Д.Э., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
bardaevadea@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Цой Р.А., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
romabmstu@bmstu.ru

Развитие искусственного интеллекта является главным трендом последних лет. Всё больше компаний оценивают значение этого инструмента в упрощении и автоматизации различных бизнес-процессов. В современном цифровом мире защита информации является критически важным аспектом. С развитием киберугроз и сложности атак, использование искусственного интеллекта (ИИ) становится необходимостью.

Угрозы виртуального пространства постоянно эволюционируют, и потому необходимо развивать инновационные методы и инструменты для борьбы с киберпреступностью. Автоматическое обнаружение инцидентов, анализ больших объемов данных, прогнозирование потенциальных уязвимостей — все это является областью применения ИИ в кибербезопасности. Это позволяет идентифицировать и отражать атаки быстрее, чем это возможно для человека.

Как ИИ применяется в ИБ уже сегодня. [1]

Технология ИИ уже сейчас находится на высоком уровне развития, поэтому сценариев её применения в сфере информационной безопасности достаточно много. Сюда можно отнести анализ различных типов данных, выявление фишинга, спама, прогнозирование угроз и реагирование на инциденты.

Искусственный интеллект применяется в информационной безопасности для решения следующих задач: [2]

1. Выявление нестандартных атак и угроз;
2. Сегментирование типов и классов угроз;
3. Непрерывный мониторинг и анализ угроз;
4. Мониторинг и анализ трафика, поведения пользователей и систем;
5. Анализ на предмет соответствия политики безопасности;
6. Создание отчетов безопасности на основе разных данных;
7. Поиск утечек данных;
8. Тестирование сотрудников на знание и соблюдение правил кибергигиены.

Также активно применяется машинное обучение, которое помогает составлять прогнозы и самостоятельно обучаться на основе введенных человеком данных.

Сильные и слабые стороны ИИ в ИБ [1]

К сильным сторонам ИИ можно отнести эффективность и точность или, как принято говорить, отсутствие человеческого фактора. Кроме того, искусственный интеллект способен обрабатывать огромные массивы данных, которые практически невозможно обработать вручную. За счёт этого создаётся возможность обнаруживать угрозы в режиме реального времени.

Но при всём этом, ИИ остаётся неидеальной моделью, которая требует обучения на большом количестве данных и даже это не гарантирует успеха. Отсюда возникает проблема ложных результатов детектирования аномалий. Кроме того, ИИ требует больших вычислительных мощностей.

Практическое применения систем искусственного интеллекта в кибербезопасности:

Прогнозирование угроз с помощью ИИ [3]

Прогнозирование угроз является важным аспектом в области информационной безопасности, поскольку позволяет предвидеть потенциальные атаки и принимать меры по их предотвращению.

Использование ИИ позволяет делать более точные прогнозы поведения и последствия уязвимостей, а также достовернее предполагать потенциальные уязвимости систем, основываясь на статистических моделях составленными нейросетями с использованием большого объема входных данных.

Однако следует отметить, что прогнозирование угроз с использованием ИИ также имеет свои ограничения. Качество прогнозов зависит от качества и доступности исходных данных, а также от точности моделей ИИ. Кроме того, прогнозы могут быть ограничены из-за изменчивости кибератак и постоянно меняющейся природы угроз в сфере информационной безопасности.

Автоматизация обработки инцидентов с помощью ИИ

Время обработки большого объема данных можно значительно сократить с помощью автоматизации процесса путем использования ИИ в качестве обработчика инцидентов.

ИИ также может использоваться для разработки экспертных систем, которые принимают автоматические решения при обработке инцидентов. Экспертные системы на основе ИИ могут анализировать информацию об инцидентах, применять предопределенные правила и логику, и предлагать оптимальные решения для реагирования на угрозы.

Использование нейросетей в процессе оптимизации положительно сказывается на производительность систем безопасности, однако главным недостатком является неспособность

ИИ реагировать на специфические инциденты, обработка которых безукоризненно требует внимание специалиста.

Перспективы ИИ в сфере ИБ в ближайшие 5 лет.

Искусственный интеллект не сможет полностью заменить ИБ-специалистов. ИИ в ИБ вероятнее всего будет выполнять роль помощника для более быстрого и эффективного выполнения задач. Но при этом мы увидим качественное развитие отрасли, когда все процессы будут направлены на улучшение и поддержание стабильной работы.

В ближайшем будущем будет создан ряд инструментов, которые смогут не только анализировать, группировать данные и предлагать решения, но и принимать их. Но для того, чтобы определить, насколько решение, принятое машиной адекватно, все равно нужен будет человек.

Список литературы

1. Литвинов Р. Искусственный интеллект в информационной безопасности, 2023. URL: https://infobezopasnost.ru/blog/articles/iskusstvennyj-intellekt-v-informatsionnoj-bezopasnosti/ (Дата обращения: 25.04.2024).
2. Искусственный интеллект – будущее кибербезопасности, 2023. URL: https://securitymedia.org/info/iskusstvennyy-intellekt-budushchee-kiberbezopasnosti.html (Дата обращения: 26.04.2024).
3. Бекматов А.К., Кутдусова Э.Р., Мукимов Ш.И., Давлатова Н.Н. Прогрессивные тенденции применения искусственного интеллекта в области информационной безопасности // Научно-практический журнал ИУСЭР «Экономика и социум». 2023 В. 109. № 6-1. С. 264 – 1269.

УДК 004

ЗАЩИТА КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ

Евдокимова А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
evdokimovaaa@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Федорова В.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
fedorovava@bmstu.ru

В распоряжении банковских организаций находятся обширные конфиденциальные сведения, включающие в себя персональные данные клиентов и данные, относимые к коммерческой информации, подпадающие под категорию банковской тайны. Стандарты защиты устанавливаются:

-для персональных данных – требованиями ФСТЭК России;

-для банковой тайны – нормативами Центрального банка РФ.

В крупнейших банках используется не один инструмент, а сложная многоступенчатая защита, благодаря которой данные защищены клиентом подвержены защите сразу несколькими средствами.

В большей степени злоумышленников привлекают сведения финансового характера. Ценность базы данных с контактами клиентов менее существенна, но утечка этих сведений может обернуться для банковской организации штрафными санкциями, а также репутационными потерями и оттоком клиентов. Подавляющее большинство утечек конфиденциальной информации (64%) содержат персональные данные клиентов и коммерческую информацию организаций [1].

Утечки информации можно разделить на внутренние и внешние. Причинами внутренних утечек конфиденциальных инцидентов выступают:

-Намеренные злоумышленные действия внутренних стейкхолдеров, целями которых является личная выгода;
-Нарушение сотрудниками банка установленных внутренних регламентов;
-Наличие недостаточной компетентности сотрудника банка.

Внешние утечки конфиденциальной информации инициируются лицами, не имеющими прямого отношения к банковской организации. Причинами внешних утечек конфиденциальных инцидентов выступают:
-Действия конкурентов, цель которых - получить доступ к персональным данным клиентов финансовой организации;
-Действия хакеров, цель которых - нанести банку репутационный и финансовый ущерб, получить доступ к банковским счетам;
-Действия иностранных разведывательных служб, с целью получить информацию о контрактах с государственными организациями [2].

Меры предотвращения утечек конфиденциальной информации в банковском секторе разнообразны:
-Антивирусные программы, являющиеся основой систем информационной безопасности.
-Средства двухфакторной аутентификации и контроля действий внутренних и внешних пользователей информации, так и клиентов;
-Средства шифрования, функционирующие или на уровне хранилищ данных, или на уровне отдельных компонентов системы, например, таблиц баз данных;
-Средства криптографической защиты, используемые не только для сохранности конфиденциальной информации, но и для обеспечения соответствия требованиям банковского законодательства;
-Межсетевые экраны, предоставляющие возможность реализовать несколько мер безопасности: управление трафиком (фильтрация, маршрутизация, контроль соединений), управление взаимодействием с внешними информационными системами, сегментирование информационной системы;
-Системы DLP, направленные на контроль и мониторинг передачи данных, используемые для предотвращения утечек информации или несанкционированного распространения данных.

Статистика по утечке информации из банков (согласно данным отчетов компании InfoWatch) достаточно неутешительна. По итогам 2023 года выявлено 170,3 млн записей персональных данных клиентов (без учета платежных данных), что больше, чем в 2022 году, в 3,2 раза. В российских финансовых организация 2023 году произошли 64 случая потери персональных данных клиентов, что превышает показатели 2022 года на 12,3%, а 2021 года — почти вдвое. 46,9% приходятся на утечки данных в банковском секторе. Россия находится на втором месте среди стран по утечкам в финансовом секторе (после США) [3].

Систематизация существующих защитных решений, а также регулярное внедрение инновационных механизмов, позволяющих действовать на опережение, - такова основная задача банковского сектора в рамках обеспечения защиты конфиденциальной информации.

Список литературы

1. Защита конфиденциальной информации в банках // Ростелеком-Солар. URL: https://rt-solar.ru/products/solar_dozor/blog/4282/ (Дата обращения: 03.04.2023).
2. Киберугрозы финансовой отрасли: промежуточные итоги 2023 года // Positive Technologies. URL: https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/financial-industry-security-interim-2023/ (Дата обращения: 03.04.2023).
3. Финансовый сектор: утечки конфиденциальной информации мир — Россия, 2021–2023. // URL: https://www.infowatch.ru/sites/default/files/analytics/files/finansoviy-sektor-utechki-konfidentsialnoy-informatsii-za-tri-goda-mir-rossiya.pdf (Дата обращения: 03.04.2023).

УДК 004

ЗАЩИТА КОМАНДНОЙ РАДИОЛИНИИ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА

Егорочкин К.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
egorochkin@bmstu.ru
Научные руководители: Тененбаум С.М., гл. конструктор проекта
МГТУ им. Н.Э. Баумана, КБ «ПроКИТ»
tenenbaum@bmstu.ru
Фёдорова В.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
fedorovava@bmstu.ru,

Актуальность внедрения защиты командной радиолинии связана с тем, что количество атак на космические аппараты с каждым годом увеличивается. Проблема связана с необходимостью защищать командную радиолинию от несанкционированного доступа [1].

Объектом исследования при написании работы послужил малый космический аппарат. Предметом исследования работы стал протокол командной радиолинии малого космического аппарата, обеспечивающий его управление на орбите. Целью работы является формулировка мер защиты командной радиолинии малого космического аппарата от несанкционированного доступа [2].

Для обеспечения безопасности и защиты от несанкционированного доступа командной радиолинии малого космического аппарата, предлагается установить следующие требования к протоколу радиосвязи: 1) Шифрование данных: применение современных шифровальных алгоритмов для защиты конфиденциальности и целостности передаваемой информации; 2) Регулярные обновления ключей шифрования: поддержание алгоритма шифрования в работоспособном состоянии; 3) Защита от атак повторного воспроизведения: включение механизмов динамического кодирования при формировании радиопакета.

Полученные результаты позволят эффективно обеспечивать безопасность командной радиолинии малого космического аппарата и предотвращать возможные атаки или вмешательства со стороны злоумышленников. Разработанные меры защиты будут использованы для проведения сеансов радиосвязи по защищенной командной радиолинии с малыми космическими аппаратами.

По итогам проведенных испытаний было выяснено, что использование алгоритма шифрования возможно на существующем радиотрансивере. Также были достигнуты следующие результаты: проанализирована нормативно-правовая база в области любительской спутниковой службы и в области защиты от НСД, предложены варианты реализации защиты радиолинии, а также приведена демонстрация работы протокола на радиотрансивере.

Таким образом, исследование позволило не только улучшить безопасность командной радиолинии малых космических аппаратов, но и внести вклад в развитие области защиты от несанкционированного доступа в космической индустрии. Результаты работы могут быть использованы для дальнейших исследований и разработок в данной области.

Список литературы

1. Ухлинов Л.М, Сычев М.П., Скиба В.Ю., Казарин О.В. Обеспечение безопасности информации в центрах управления полетами космических аппаратов. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. 364 с.
2. Тененбаум С.М. Бортовой трансивер УВЧ-диапазона наноспутника "Ярило". Результаты разработки и экспериментальной отработки // 44-е Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королева и других выдающихся отечественных ученых-пионеров освоения космического пространства (Москва, 28-31 января 2020 года): сборник

тезисов: в 2 т. / РАН, Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос», МГТУ им. Н.Э. Баумана (Нац. исслед. ун-т). М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. Т. 2. С. 99-100.

РАЗДЕЛ «ЛИНГВИСТИКА»

СЕКЦИЯ «РУССКИЙ ЯЗЫК КАК ИНОСТРАННЫЙ»

УДК 004

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КВАДРОКОПТЕРОМ

Айдана Халихаз, студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
2421928228@qq.com
Научный руководитель: Панина Л.В., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Квадрокоптеры широко используются в сельскохозяйственных, геологических, метеорологических, военных и логистических областях, таких как разведка поля боя, предотвращение пожаров и помощь при стихийных бедствиях. Они имеют огромный потенциал для военного и гражданского применения и поэтому представляют большой интерес. В то же время, квадрокоптер является сильно нелинейной, сильно связанной и недостаточно управляемой системой, восприимчивой к внешним возмущениям, поэтому крайне важно разработать высокопроизводительную, безопасную и надежную систему управления.

Методами исследования задач выступают математическое моделирование, методы управления нейронной сетью RBF и ПИД-регулирования.

Метод управления нейронной сетью RBF:

Определение ошибки отслеживания контура ориентации:

$$\begin{cases} e_1 = \phi_{di} - x_1 \\ \dot{e}_1 = \dot{\phi}_{di} - x_2 \end{cases} \quad \begin{cases} e_2 = \theta_{di} - x_3 \\ \dot{e}_2 = \dot{\theta}_{di} - x_4 \end{cases} \quad \begin{cases} e_3 = \psi_{di} - x_5 \\ \dot{e}_3 = \dot{\psi}_{di} - x_6 \end{cases}$$

Определение поверхности скольжения установочного кольца:

$$\begin{cases} s_1 = e_1 + w_1|e_1|^p sign(e_1) + m_1|\dot{e}_1|^q sign(\dot{e}_1) \\ s_2 = e_2 + w_2|e_2|^p sign(e_2) + m_2|\dot{e}_2|^q sign(\dot{e}_2) \\ s_3 = e_3 + w_3|e_3|^p sign(e_3) + m_2|\dot{e}_3|^q sign(\dot{e}_3) \end{cases}$$

Проектирование аппроксиматоров нейронной сети RBF:

$$\begin{cases} \mathrm{h}_1(\mathrm{j}) = \exp(-\frac{1}{2}\frac{\|z_1\text{-}C_1\|}{\delta a_1(j)})^2 \\ \mathrm{h}_2(\mathrm{j}) = \exp(-\frac{1}{2}\frac{\|z_2\text{-}C_2\|}{\delta a_2(j)})^2 \\ \mathrm{h}_3(\mathrm{j}) = \exp(-\frac{1}{2}\frac{\|z_3\text{-}C_3\|}{\delta a_3(j)})^2 \end{cases}$$

Проектирование регулятора контура аттитюдов:

$$u_2 = \frac{1}{b_1 \cdot m_1 \cdot q \cdot sign(\dot{e}_1)|\dot{e}_1|^{(q-1)}} \cdot [\dot{e}_1 + w_1 \cdot p \cdot sign(e_1)|e_1|^{p-1} \cdot \dot{e}_1$$

$$+ m_1 \cdot q \cdot sign(\dot{e}_1)|\dot{e}_1|^{q-1} \cdot (\ddot{\phi}_{di} - x_4 \cdot x_6 \cdot a_1 + \frac{k_1}{mx_2}) + k_{11} \cdot s_1 + n_1 \cdot sign(s_1) \cdot |s_1|^r] + \frac{1}{b_1 \cdot f(h_1)}$$

$$u_3 = \frac{1}{b_2 \cdot m_2 \cdot q \cdot sign(\dot{e}_2)|\dot{e}_2|^{(q-1)}} \cdot [\dot{e}_2 + w_2 \cdot p \cdot sign(e_2)|e_2|^{p-1} \cdot \dot{e}_2$$

$$+ m_2 \cdot q \cdot sign(\dot{e}_2)|\dot{e}_2|^{q-1} \cdot (\ddot{\theta}_{di} - x_2 \cdot x_6 \cdot a_3 + \frac{k_2}{mx_4}) + k_{22} \cdot s_2 + n_2 \cdot sign(s_2) \cdot |s_2|^r] + \frac{1}{b_2 \cdot f(h_2)}$$

$$u_4 = \frac{1}{b_3 \cdot m_3 \cdot q \cdot sign(\dot{e}_3)|\dot{e}_3|^{(q-1)}} \cdot [\dot{e}_3 + w_3 \cdot p \cdot sign(e_3)|e_3|^{p-1} \cdot \dot{e}_3$$

$$+ m_3 \cdot q \cdot sign(\dot{e}_3)|\dot{e}_3|^{q-1} \cdot (\ddot{\psi}_{di} - x_2 \cdot x_4 \cdot a_5 + \frac{k_3}{mx_6}) + k_{33} \cdot s_3 + n_3 \cdot sign(s_3) \cdot |s_3|^r] + \frac{1}{b_3 \cdot f(h_3)}$$

Отслеживание желаемой траектории занимает 5 секунд, время настройки тоже составляет 5 секунд, а ошибки в установившемся режиме практически равны 0.

Метод ПИД-регулирования:

Цель разработки контроллера – позволить квадрокоптеру достичь стабильного слежения за заданной траекторией при наличии отказа актуатора. Для достижения стабильного отслеживания заданной траектории.

Алгоритм ПИД-регулирования для угла установки внутреннего контура:

$$\begin{cases} U_2 = (k_{p4} + k_{i4}\frac{1}{S} + k_{d4}S)(x_{1d} - x_1) \\ U_3 = (k_{p5} + k_{i5}\frac{1}{S} + k_{d5}S)(x_{3d} - x_3) \\ U_4 = (k_{p6} + k_{i6}\frac{1}{S} + k_{d6}S)(x_{5d} - x_5) \end{cases}$$

где kpi, kii, kdi (i= 4,5,6) – пропорциональный, интегральный и дифференциальный коэффициенты ПИД-регулятора угла установки внутреннего контура, соответственно;

x1d, x3d, x5d – заданные опорные значения смещения угла установки.

При наличии отказа актуатора квадрокоптер все еще может точно следовать заданной траектории с хорошей отказоустойчивостью и стабильностью.

Список литературы

1. Карпунин А.А., Титков И.П. Упрощение и линеаризация математической модели движения беспилотных летательных аппаратов в пространстве и в вертикальной плоскости // Современные наукоемкие науки. 2019. № 2. С. 69-77.

2. Салех М., Файез Ф. М., Эль С., Халид А., Алаттас. А.Ф., Омид М., Танед Р. Адаптивное быстро достигающее несингулярное терминальное управление в скользящем режиме для квадрокоптеров с неопределенностью модели и внешними возмущениями возмущения // Инженерный журнал Айн Шамс. 2022. В. 10. С. 59-73.

3. Го Ц., Цзинь Х., Шэнь С. Оптимальное управление квадрокоптерным БПЛА на основе нейросетевого ПИД-алгоритма // Электронные технологии. 2021. В. 10. С. 51-55.

УДК 004

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВИЗУАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Бай Юэ, студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Системы автоматического управления»
251503993@qq.com
Научный руководитель: Панина Л.В., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Распознавание и локализация целей в визуальных навигационных системах – это метод обработки изображений для идентификации и локализации целевых объектов. С быстрым развитием таких технологий, как беспилотники, самоуправляемые автомобили и роботы, растет спрос на системы визуальной навигации. Методы распознавания и локализации целей, являющиеся основным компонентом систем визуальной навигации, способствуют улучшению восприятия окружающей среды и планированию маршрутов.

Общие методы распознавания целей включают в себя: анализ Blob, сопоставление шаблонов и методы глубокого обучения [1]. Анализ Blob предназначен для обнаружения пятен на изображениях и подходит для сцен с простым фоном, дефектами переднего плана, не различающими категории, и при низких требованиях к точности распознавания. Совпадение шаблонов – один из самых примитивных и базовых методов распознавания образов, представляющий собой задачу по изучению местоположения шаблона определенного объекта на изображении, а затем по идентификации объекта.

Первый и второй методы нацелены на изображения с простым фоном, низким контрастом и высоким уровнем совпадения с шаблоном. Метод глубокого обучения привлекает конволюционную нейронную сеть и использует её мощные вычислительные способности для распознавания объектов на сложных изображениях.

В нашей работе мы применяем модель yolo, которая использует глубокое обучение конволюционной нейронной сети, через входной слой, сверточный слой и подвыборочный слой, модель получает информацию и извлекает признаки из изображения, а затем объединяет и выводит признаки в одном измерении в полносвязанном слое и выходном слое, чтобы получить результат распознавания объекта [2]. В статье мы используем модель yolo для распознавания объектов на перекрестке и идентифицируем пешеходов, автомобили, рюкзаки, растения и т. д. Кроме того, в соответствии с нашими требованиями мы обучаем набор моделей распознавания изображений, которые могут идентифицировать разные цвета светофоров и дорожные знаки. После нескольких раундов обучения и изменения соотвествующих параметров модель имеет высокую точность и отзыв.

Распознавание объектов широко применяется в системах визуальной навигации. В условиях развития беспилотных технологий распознавание целей может помочь автомобилям распознавать дороги, обнаруживать препятствия и отслеживать пешеходов, а также принимать безопасные и надежные навигационные решения. В будущем, с развитием компьютерного зрения и технологий искусственного интеллекта, распознавание целей будет иметь более широкие перспективы применения.

Список литературы

1. Рогаль А.А. Применение методов глубокого обучения в задаче распознавания изображений // IN SITU. № 6. 2016. pp. 13-17.
2. Горелов А.И. Обучение сети yolo для распознавания отходов в городской среде // Вестник науки и образования. 2019. № 9-4 (63). pp. 23-26.

УДК 629.7

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ РАКЕТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ

Ван Юйчжи, студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
997639974@qq.com
Научный руководитель: Габова Н.И., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

При входе спускаемого аппарата или другого какого-либо объекта в атмосферу с очень высокой скоростью его поверхность подвергается интенсивному нагреву. При определенной величине теплового потока может начаться плавление и сублимация слоев теплозащитного покрытия. Поэтому разработчики СА стремятся свести к минимуму массу системы теплозащиты, что достигается выбором наиболее прогрессивных материалов [1]. К настоящему времени уже накоплен большой опыт в области создания системы теплозащиты как малоразмерных аппаратов и капсул, так и спускаемых аппаратов «Союз», «Аполлон», «Спейс Шаттл» и многих других [2]. Для повышения эффективности тепловой защиты используются разные экзотермические материалы в разных областях. Материалы, используемые в качестве наружного высокотемпературного подслоя, в настоящее время уже хорошо исследованы и отработаны. Такие материалы обладают отличными теплофизическими характеристиками. Кроме того, сегодня в Китае уже разработали подслой, выполненный в виде стеклосотовой панели. Этот материал имеет форму сот, не только устойчив к высоким температурам, но и обладает высокой прочностью. [3]

Методы для решения термодинамических параметров

Характеризующее соотношение инерционных и вязкостных сил в потоке, число Рейнольдса является критерием, оценивающим переход от ламинарного течения в пограничном слое к турбулентному обтеканию аппарата. Число Рейнольдса можно вычислить по плотности, объему, радиусу кабины и коэффициенту вязкости. Критическое значение числа Рейнольдса, определяющее границу между двумя режимами обтекания, принимается равным 10^6, т.е. течение больше порогового соответствует турбулентному течению, а меньшее – ламинарному. Конвективные тепловые потоки тоже зависят от видов течения – ламинарного или турбулентного. Для каждого случая используем соответствующую термодинамическую формулу.

Для аппаратов, спускающихся с орбиты, определение равновесной температуры поверхности стенки проводим, пренебрегая величиной радиационного теплового потока от ударной волны к поверхности аппарата (скорость полета меньше второй космической). Кроме того, мы также пренебрегаем теплом, поглощаемым пакетом теплозащитных материалов. Для определения температуры стенки полагаем, что весь конвективный тепловой поток излучается теплоизолированной нагреваемой поверхностью в окружающее пространство. В таких условиях температуру можно рассчитать термодинамическими методами.

После расчета температуры в разных точках поверхности, строим график зависимости между температурой и временем, который объясняет распределение максимальных температур покрытия по поверхности. Температуры на боковой части спускаемого аппарата существенно ниже, чем в критической точке. Поэтому в критической точке нам необходимо использовать материалы с улучшенными термодинамическими свойствами.

Таким образом, в данной работе построены изображения изменения теплового потока и температуры в зависимости от времени. Дальнейшие исследования можно направить на выбор более экологически чистых материалов, чтобы минимизировать загрязнение нашей планеты.

Список литературы

1. Никитин П.В. Тепловая защита: учебное пособие для высшей школы. М.: МАИ, 2006. 512 с.

2. Юдин И. «Союз» и «Аполлон» - корабли для совместного полета. М.: Наука и жизнь, 2005. 318 с.
3. Ян С. Анализ разработки технологии терморегулирования для зарубежных пилотируемых космических кораблей // Экологическая инженерия космического корабля. 2018. № 29 (5). С. 499-503.

УДК 621.65

ПИТАТЕЛЬНЫЙ НАСОС С ПОДАЧЕЙ 100 М^3/ЧАС И НАПОРОМ 120 М

Го Ячжао, студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
13523171903@163.com
Научный руководитель: Орлов Е.А., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

В связи со сложным процессом проектирования рабочего колеса центробежного насоса, особенно витого рабочего колеса, предлагается новый метод проектирования, основанный на параметрическом проектировании витого рабочего колеса центробежного насоса с помощью программы CFturbo. Представлен процесс проектирования с помощью CFturbo для создания трехмерной модели, и наконец с помощью starCCM выполняется анализ моделирования поля потока для проверки осуществимости модели на примере питательного насоса с подачей 100 м^3/ч и напором 120 м.

Центробежные насосы – один из наиболее распространенных видов насосного оборудования в Мире. По разным оценкам, по 25% всей производимой человечеством электроэнергии расходуется на привод лопастных насосов [1]. Рабочее колесо как ключевой компонент центробежного насоса, пропускающий поток, его структура влияет на производительность и эффективность центробежного насоса, имеет большое влияние, поэтому конструкция рабочего колеса центробежного насоса чрезвычайно важна. С развитием компьютеров появилось множество программ для трехмерного проектирования, таких как UG, Pro-E, SolidWorks и т. д. Но для моделирования витого рабочего колеса процесс чрезвычайно сложный, иногда невозможно сгенерировать. А с помощью CFturbo требуется только основные параметры проекта. Программа автоматически выдает решение на основе встроенной эмпирической функции. А также пользователи могут вносить изменения на основе своего собственного опыта.

Для исследования выбран такой насос: подача – 100 м^3/ч, напор – 120 м, частота вращения – 3000 об/мин, мощность вала – 50 кВт, КПД – 80%. В геометрических параметрах принято решение, которое автоматически выдавала программа CFturbo. Построена трехмерная модель этого насоса. Далее в программе starCCM проведен анализ моделирования поля потока для этого насоса. Получены результаты анализа по распределению скорости потока в канале рабочего колеса и по распределению давления потока в канале рабочего колеса.

Из распределения скоростей поля потока видно, что на входе в проточный канал жидкость распределяется равномерно без явного расслоения, а скорость на входе относительно невелика. После входа в рабочее колесо при вращении рабочего колеса скорость постепенно увеличивается от входа к выходу. Поскольку лопасти центробежного насоса изогнуты назад, скорость жидкости на напорной поверхности лопастей в том же положении больше, чем скорость жидкости на всасывающей поверхности.

Из распределения давления в поле потока видно, что на входе в проточный канал наблюдаются локальные колебания давления, общее давление распределяется равномерно. Давление внутри проточного канала постепенно увеличивается от входа к выходу, достигая максимума на выходе. Давление на напорной стороне лопасти больше, чем давление на всасывающей стороне в том же положении.

Хотя скорость и давление в канале потока локально колеблются, они в общем увеличиваются от входа к выходу и распределяются относительно равномерно. Давление и скорость на напорной поверхности больше, чем давление и скорость на поверхности всасывания в том же положении. Эти явления согласуются с законами внутри рабочего колеса центробежного насоса [2]. Продемонстрирована целесообразность моделирования с помощью CFturbo. В отчете программы StarCCM расчетный напор – 118.36 м, а фактически 120 м. Так как их разница не большая. Значит, что модель соответствует реальности.

Пришел к выводу, что традиционный процесс проектирования рабочего колеса центробежного насоса сложен, особенно моделирование конструкции сложных насосов, таких как вихревые насосы и насосы двойного всасывания. CFturbo справляется с такими недостатками. Процесс моделирования с помощью CFturbo простой и понятный, а разделение объектов очень простое. На примере этого насоса проведен имитационный анализ с помощью StarCCM, подтверждена осуществимость модели.

Список литературы

1. Петров А.И., Протопопов А.А. Экспериментальное определение характеристик центробежного насоса: учебно-методическое пособие. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. 22 с.
2. Малюшенко В.В., Михайлов А.К. Энергетические насосы: справочное пособие. М.: Энергоиздат, 1981. 200 с.

УДК 629.7

НАДУВНОЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ ТОРМОЗ

Хань Цзывэнь, студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
372010257@qq.com
Научный руководитель: Габова Н.И., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Ещё в 1960 году учёные Америки предложили использование надувную конструкцию в космических аппаратах и провели разные испытания. После этого учёные из других стран начали изучать конструкции со своими проектами, такие как Российско-европейский IRDT, Японский MAAC, Китайский Чанчжэн - V. Благодаря исследованию учёных, надувная техника быстро развивается и становится одной из важных частей современных ракет.

10 ноября 2022 года NASA успешно совершила эксперимент с LOFTID (Low-Earth Orbit Flight Test of an Inflatable Decelerator), который спускался с высоты 80км с первой космической скоростью. Успех эксперимента явился важной вехой в развитии межпланетных экспедиций.

Надувной аэродинамический тормоз состоит из одного маленького и шести больших кольцевых воздушных подушек с радиусом 0.11м и 0.22м. Общий диаметр аппарата - 6м. В середине стоит корпус спускаемого аппарата, в котором находятся приборы, баллоны для наддува. При запуске надувная конструкция складывается в ракете. Таким образом надувной аэродинамический тормоз уменьшает габарит спускаемого аппарата. [1]

Сам тормоз сделан из композита PBO (Poly-p-phenylene benzobisoxazole), который обладает низкой плотностью и высокой прочностью. По сравнению с традиционными стальными аппаратами, надувной аэродинамический тормоз уменьшает свою массу, что приводит к увеличению полезной нагрузки.

Устойчивость является важнейшим свойством для любых летательных аппаратов, потому что при потере устойчивости аппарат поворачивается, что приводит к отклонению аппарата от орбиты, даже разрушению аппарата. Поэтому, чтобы проверить устойчивость конструкции, мы сделали модальный анализ и получили частоты, свойственные аппарату. Из результата

модального анализа мы узнали, что надувной аэродинамический тормоз имеет шесть ступеней свободы, и при незначительном возмущении он сохраняет устойчивость.

При спуске на аппарат действует сила тяжести G и аэродинамическая сила R, которая делится на силу лобового сопротивления D и подъемную силу L. [2] с помощью аэродинамических формул мы получили баллистические данные тормоза, т.е. изменение высоты, скорости и дальности аппарата, который спускается на Марс с высоты 125км со второй космической скоростью. В течение 100 секунд скорость аппарата падает в 10 раз, а это значит, что надувной аэродинамический тормоз имеет отличный тормозной эффект даже в разрежённой атмосфере Марса.

Следовательно, надувной аэродинамический тормоз имеет следующие преимущества: увеличение полезной нагрузки, уменьшение габарита спускаемого аппарата, отличную устойчивость, эффективное торможение.

Список литературы

1. Ся А. Исследование аэродинамических характеристик надувного редуктора при входе в атмосферу / Нанкинский университет аэронавтики и космонавтики. 2020. № 08 (64). С. 03-21. DOI: 10.27239/d.cnki.gnhhu.2020.000864.
2. У Ц., Чжан Ч., Хоу А. Исследование динамических аэродинамических нагрузок и конструктивных характеристик надувного редуктора входа в атмосферу. [Китайский] // Акта Астронавтика Синика 2020. № 41 (03). С. 287-297.

УДК 629.7

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ РАКЕТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ

Чжао Вэньхуэй, студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
zhaowenhui220@gmail.com
Научный руководитель: Габова Н.И., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Вычислительная гидродинамика (CFD) — это отрасль дисциплины, которая быстро возникла вместе с вычислительной наукой и техникой в 1960-х годах. Вычислительная гидродинамика предоставляет недорогие инструменты моделирования, проектирования и оптимизации, а также инструменты для анализа сложных потоков в трех измерениях. [1]

Данное исследование основано на российской ракете Х-101 и включает в себя разработку формы ракеты, расчет аэродинамических параметров и оптимизацию формы ракеты.

Анализ поля течения

С использованием программного обеспечения по трехмерному моделированию SolidWorks были созданы модели корпуса, крыльев, хвостовых поверхностей и ракетного двигателя.

Анализ аэродинамических характеристик проводился в коммерческой программе Fluent. Здесь в общем проведена подготовка для расчета аэродинамических характеристик. В Fluent были выбраны граничные условия входного течения, при этом скорость потока установлена на крейсерскую скорость ракеты 200 м/с, а изменением компонентов потока x и y изменялся угол атаки ракеты.

С использованием модуля Meshing в Fluent было выполнено неструктурированное сеточное разбиение. Полученная сетка состоит из примерно 2.3 миллионов элементов, при этом искажение сетки меньше 0.7, что соответствует качественным характеристикам сетки.

Были построены диаграммы давления и скорости вокруг ракеты при углах атаки 10° и 20°. Самое высокое давление наблюдается в передней части двигателя, что существенно влияет на аэродинамическую эффективность ракеты.

Расчет аэродинамических характеристик

Был проведен анализ изменения коэффициентов подъемной силы, лобового сопротивления и момента на различных углах атаки, построены графики изменения этих параметров с углом атаки, а также рассчитано аэродинамическое качество ракеты. Из анализа видно, что коэффициенты подъемной силы, лобового сопротивления и момента в целом возрастают с увеличением угла атаки, а максимальное аэродинамическое качество ракеты наблюдается при угле атаки 15° и составляет примерно 1.65.

Оптимизация формы ракеты

В работе используется модель Kriging для замены расчета аэродинамических параметров ракеты в процессе оптимизации. Этот метод не только обеспечивает более высокую точность, но и существенно сокращает время расчетов, что позволяет быстро оптимизировать аэродинамическую форму ракеты. [2]

Целевой функцией для оптимизации выбрано аэродинамическое качество ракеты, а переменные проектирования установлены как расстояние от крыльев до верхнего края, средняя геометрическая длина хорды и угол закругления переднего края крыла.

С помощью генетического алгоритма генерируется начальная популяция. Затем с использованием обученной модели Kriging быстро вычисляется аэродинамическое качество ракеты для различных форм ракет из популяции и проводится оценка приспособленности для целевой функции. Если не выполняются условия сходимости, то популяция подвергается кроссоверу и мутации для создания новой популяции, и затем повторно используется модель для вычисления аэродинамического качества ракеты до достижения оптимальных результатов. По сравнению с начальным вариантом, аэродинамическое качество увеличилось на 25,4%.

Список литературы

1. Дин С., Лю Б. Моделирование жидкости Fluent 17.0 от начального уровня до профессионального уровня. Пекин: Издательство Университета Цинхуа, 2018. 436 с.
2. Хань Ч. Прогресс исследований модели кригинга и алгоритма суррогатной оптимизации. // Журнал аэронавтики и космонавтики. 2016. № 37 (11). С. 3197-3225.

СЕКЦИЯ «АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК ДЛЯ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ»

УДК 004.056

УТИЛИТА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СЛЕПЫХ SQL ИНЪЕКЦИЙ

Бурлевич М. В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
burlevichmv@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Смелкова Е.А.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Атаки на веб-приложения представляют угрозу функционированию и репутации организаций, поэтому они так популярны среди злоумышленников. В моем исследовании была изучена опасная уязвимость - SQL-инъекция, и создана утилиту для обнаружения и эксплуатации blind SQLi (слепой SQL-инъекции).

SQL-инъекция — это атака, которая заставляет приложение работать не так, как было задумано. Уязвимость использует вредоносный SQL-код для управления базами данных. В результате злоумышленник может извлечь информацию, которая не предназначалась для отображения.

Существует четыре основных типа SQLi и четыре подтипа. Они основаны на ошибках, объединении и двух типах blind SQLi.

SQL-инъекции, основанные на ошибках, извлекают информацию о структуре базы данных и данные из сообщений об ошибках, отправляемых сервером базы данных.

Union-based SQL-инъекции используют оператор UNION SQL для объединения результатов двух или более выбранных запросов в один, который возвращается как часть HTTP-ответа.

Boolean-based SQL-инъекция, основанная на логике работы приложения, заставляет выдавать ответ в зависимости от возвращаемого значения TRUE или FALSE.

Time-based SQL-инъекция, основанная на времени, отправляет SQL-запрос в базу данных и заставляет ее ждать некоторое время, прежде чем ответить. Задержка сообщит злоумышленнику, является ли результат запроса TRUE или FALSE [1].

Функционал моей утилиты заключается в следующем. Сначала она проверяет наличие уязвимости. Затем утилита начинает извлекать данные из базы данных, если была обнаружена SQLi на основе логических значений или на основе времени. Алгоритм основан на извлечении информации по символам. Были созданы функции для выполнения http-запроса, в который автоматически вводился SQL-код. Каждая итерация показывала ответ от сервера. В функции бинарного поиска были сформированы условия, которые возвращали логические значения. В соответствии с возвращаемым ответом сужался диапазон возможных результатов для элементов содержимого базы данных. Шаг за шагом утилита извлекает всю базу данных.

В заключении хотелось бы отметить, что в ходе своих исследований были изучены SQL-инъекции, их типы и способы их обнаружения и эксплуатации. В результате утилита прошла тесты и получилось извлечь данные из базы данных в лабораторных условиях.

Список литературы

1. SQL injection. URL: https://portswigger.net/web-security/sql-injection (Дата обращения 04.04.2024).

UDC 004.056

THE UTILITY FOR DETECTING AND EXPLOITING BLIND SQL INJECTION

Burlevich M.V., student
BMSTU, Faculty «Informatics and control systems»
burlevichmv@student.bmstu.ru
Supervisor: Smelkova E.A.
BMSTU, Faculty «Linguistics»

Attacks on web applications can cause a direct threat to the functioning and reputation of organizations that's why they are so popular among the attackers. In my research I've explored the methods to detect and exploit such a dangerous vulnerability as SQL injection and made my own utility to exploit blind SQLi (SQL Injection).

The SQL Injection is an attack that forces an application to work as it wasn't intended. The vulnerability employs malicious SQL code in order to manipulate backend databases. As a result, an attacker can retrieve the data and obtain information that was not intended to be shown.

There are four main types of SQLi and four subtypes. They are Error-based, Union-based, and two types of blind SQLi.

Error-based SQL Injections retrieve information about the database structure and the data from error messages sent by the database server.

Union-based SQL Injections use the UNION SQL operator in order to combine the results of two or more selected queries into a single one that returns as part of the HTTP response.

Boolean-based SQL Injection forces the application to produce a different response depending on whether the query returns TRUE or FALSE.

Time-based SQL Injection sends a SQL query to the database and makes it to wait for a period of time before answering. The delay will tell the attacker if the query result is TRUE or FALSE [1].

Firstly, my utility checks for the vulnerability. Then it starts to obtain data from the database if Boolean-based or Time-based SQLi was detected. The algorithm is based on retrieving information by symbols. I made functions for executing a http request, into which the SQL code was entered automatically. Each iteration shown a response from the server. I formed a condition in the binary search function that returns a Boolean value. According to this Boolean value I narrowed the range of possible results of the database content elements. Step by step the utility dumps the database.

In conclusion, I would like to mention that during my research I've learned a lot about SQL injections, their types and ways to detect and exploit them blind SQLi. As a result, I tested my own utility and got the data from a database using a laboratory web-application.

References

1. SQL injection. URL: https://portswigger.net/web-security/sql-injection (Accessed 04.04.2024).

УДК 62

ОЦЕНКА АМПЛИТУДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ РЕГИСТРАЦИИ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФИЧЕСКОГО СИГНАЛА

Деревесникова Д.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
dash.derevesnikova@gmail.com
Зиганурова Д.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
ziganurova.diana@bk.ru
Научный руководитель Лужнов П.В., к.т.н., доцент, зам. заведующего кафедрой
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»,
peterl@bmstu.ru

Известно, что состояние сердечно-сосудистой системы может изменяться в зависимости от внешних условий, а также физиологических, биохимических и других факторов. Для того чтобы оценить влияние этих параметров на состояние организма, необходимо проводить длительный мониторинг состояния сердечно-сосудистой системы. Для этого используется метод фотоплетизмографии. Это неинвазивный оптический метод измерения объема крови в тканях.

Система сбора данных основана на микроконтроллере Arduino Uno. Запись проводилась с использованием стандартного пульсоксиметра, работающего на длине волны приблизительно 609 нм, а также в инфракрасной области невидимого спектра, и датчика MAX30105, работающего на длине волны приблизительно 550 нм [1].

Исследование заключалось в длительном мониторинге сигнала PPG для последующего выявления изменений его параметров с течением времени. Долгосрочный мониторинг сигнала PPG представляет собой запись фотоплетизмограммы продолжительностью не менее 5 минут. Сбор данных проводился в течение 8 дней. В эксперименте принимали участие четыре человека. Сигнал регистрировался с кончиков указательного и среднего пальцев левой руки. Данные записывались одновременно три раза в день с интервалом между измерениями около 5 часов.

Сигнал, который был получен в результате эксперимента, был обработан. Чтобы в дальнейшем можно было работать с сигналом и выделять важные информативные параметры, необходимо удалить шумовые составляющие сигнала [2, 3]. Для получения сглаженного сигнала использовался фильтр скользящего среднего. Затем были построены графики сигналов: до обработки, после обработки фильтром и производной от сигнала. На этом этапе задача состоит в том, чтобы подготовить сигнал к дальнейшей работе, т.е. оценить качество сглаживания и определить, можно ли использовать сигнал при дальнейшей обработке. На следующем этапе обработки сигнала устранялись помехи, вызванные сбоями в работе платы. Значения, соответствующие большим выбросам, удалялись из сигнала. Программа находила и заполняла выбросы из данных. Точки, которые выходили за пределы естественного диапазона значений, заменялись точками, соответствующими правильным значениям. Для определения таких значений был выбран метод скользящей медианы. Кроме того, форма сигнала ФПГ обычно искажается из-за дыхания. Чтобы исключить отклонение от базовой линии, но сохранить важную информацию, была использована полиномиальная обработка. Для того чтобы в будущем было проще оценивать выбранные сигналы, а также сравнивать их друг с другом у разных добровольцев, они были нормализованы.

После обработки сигналов были определены важные информативные параметры, по которым оценивалась вариабельность гемодинамических показателей. Были определены значения систолических амплитуд. Для того, чтобы получить амплитуды только первого пика, был использован алгоритм.

В ходе проведенного исследования была оценена вариабельность параметров сердечного цикла (выброса крови) в зависимости от различных физиологических или биоритмических условий, а также представлен метод регистрации фотоплетизмографического сигнала. Была

исследована зависимость амплитуды систолического пика сигнала от времени регистрации - утро, день, вечер, а также ее изменение в течение двухнедельного наблюдения. Представленные результаты дадут возможность количественного сравнения диагностических показателей между разными регистрациями пациента.

Список литературы

1. Labunets L.V., Borzov A.B., Makarova N.Yu. Intellectual Analysis of Pulse Wave Characteristics by Methods of Structural Decomposition of Photoplethysmography Signals // Journal of Communications Technology and Electronics. 2022. V. 67, № 2. P. 182–192. DOI: 10.1134/S1064226922020097.
2. Luzhnov P.V. and Kolesnikov D.A. The possibilities of assessing the arterial vessels condition using a pulse wave // 2022 IEEE International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences (SIBIRCON) (Yekaterinburg, 11-13 November 2022). pp. 490-493. DOI: 10.1109/SIBIRCON56155.2022.10016942.
3. Allen J. and Murray A. Effects of filtering on multisite photoplethysmography pulse waveform characteristics // in Computers in Cardiology. 2004. DOI: 10.1109/CIC.2004.1442980.

UDC 62

ESTIMATION OF AMPLITUDE PARAMETERS DURING PROLONGED REGISTRATION OF A PHOTOPLETHYSMOGRAPHIC SIGNAL

Derevesnikova D.A., student
BMSTU, Faculty «Biomedical engineering»
dash.derevesnikova@gmail.com
Ziganurova D.A. student
BMSTU, Faculty «Biomedical engineering»
ziganurova.diana@bk.ru
Supervisor: Luzhnov P.V., PhD, Associate Professor
BMSTU, Faculty «Biomedical engineering»
peterl@bmstu.ru

It is known that the state of the cardiovascular system can vary depending on external conditions, as well as physiological, biochemical and other factors. In order to assess the effect of these parameters on the state of the body it is necessary to conduct long-term monitoring of the state of the cardiovascular system. For this purpose, the ppg method is used. It is non-invasive, optical technique for measuring tissue blood volume.

The data acquisition system is based on the Arduino Uno microcontroller. The recording was carried out using a standard pulse oximeter operating at a wavelength of approximately 609 nm, as well as in the infrared region of the invisible spectrum, and a MAX30105 sensor operating at a wavelength of approximately 550 nm [1].

The study consisted in long-term monitoring of the PPG signal for subsequent detection of changes in its parameters over time. Long-term monitoring of the PPG signal is a recording of a photoplethysmogram lasting at least 5 minutes. Data collection was carried out for 8 days. There were four people taking part in the experiment. A signal was recorded from the tips of the forefinger and middle finger of the left hand. The data were recorded simultaneously three times a day with an interval between measurements of about 5 hours.

The signal that was received as a result of the experiment was processed. To be able to work with the signal and highlight important informative parameters in the future, it is necessary to remove noise components of the signal [2],[3]. A moving average filter was used to obtain a smoothed signal. Then the graphs of signals were plotted: before processing, after processing by the filter and the derivative of the signal. At this stage the task is to prepare the signal for further work, i.e. to evaluate the quality of

smoothing and determine whether the signal can be used in further processing. At the next stage of signal processing, interference due to board interruptions is removed. Values corresponding to large outliers are removed from the signal. The program finds and fills in outliers from the data. Points that go beyond the natural range of values are replaced by points corresponding to the correct values. To detect such values, the moving median method was selected. Also, the PPG signal waveform is usually distorted due to breathing. To eliminate the wandering of the baseline but preserve the important information polynomial processing was used. In order to make it easier in the future to evaluate the selected signals, as well as compare them with each other for different volunteers, they were normalized.

After signal processing, important informative parameters were identified, according to which the variability of hemodynamic parameters was estimated. Values of systolic amplitudes were determined. In order to obtain the amplitudes of only the first peak, was used the algorithm.

In the course of the conducted research, the variability of cardiac cycle parameters (blood ejection) depending on various physiological or biorhythmic conditions was assessed, and the method of photoplethysmographic signal registration was presented. The dependence of the amplitude of the systolic peak of the signal on the time of recording - morning, afternoon, evening, as well as its change during a two-week observation was investigated. The presented results will give the possibility of quantitative comparison of diagnostic indicators between different registrations of the patient.

References

1. Labunets L.V., Borzov A.B., Makarova N.Yu. Intellectual Analysis of Pulse Wave Characteristics by Methods of Structural Decomposition of Photoplethysmography Signals // Journal of Communications Technology and Electronics. 2022. V. 67, № 2. P. 182–192. DOI: 10.1134/S1064226922020097.
2. Luzhnov P.V. and Kolesnikov D.A. The possibilities of assessing the arterial vessels condition using a pulse wave // 2022 IEEE International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences (SIBIRCON) (Yekaterinburg, 11-13 November 2022). pp. 490-493. DOI: 10.1109/SIBIRCON56155.2022.10016942.
3. Allen J. and Murray A. Effects of filtering on multisite photoplethysmography pulse waveform characteristics // in Computers in Cardiology. 2004. DOI: 10.1109/CIC.2004.1442980.

УДК 004.91

МЕТОДЫ ГЕНЕРАЦИИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ, ВКЛЮЧАЮЩИХ ПЕРСОНАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

Дюсов М.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
mihaildusov@yandex.ru
Научный руководитель: Емельянова Т.В., к.п.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Сегодня невозможно представить мир без искусственного интеллекта, нейронных сетей и машинного обучения - в последние годы такие системы активно развиваются в различных сферах человеческой жизни. Ключевым моментом в реализации систем искусственного интеллекта является обучение, для которого необходим набор данных. Однако, несмотря на обилие некоторых типов данных, получить и использовать персональные данные в целях обучения сложно или даже незаконно. Во многих странах мира приняты специальные законы, которые во многом ограничивают использование конфиденциальных данных. Например, в конце апреля 2020 года в России был принят закон 123-ФЗ [1], а в Европейском союзе действует Общий регламент по защите данных (GDPR). Одним из решений является генерация синтетических данных.

Существует 3 типа синтетических данных: полностью синтетические, частично синтетические и гибридные. Генераторы полностью синтетических данных оценивают параметры функции плотности распределения признаков в реальных данных. Частично синтетические данные просто заменяют значения нескольких чувствительных признаков синтетическими значениями. При этом значения корректируются только в том случае, если существует значительная опасность их раскрытия. В гибридных синтетических данных для каждой случайной записи фактических данных выбирается соответствующая запись из синтетических данных, после чего они смешиваются для получения гибридных данных.

Выделяется три группы методов: генерация на основе стохастических моделей; генерация на основе правил; генерация с помощью генеративно-состязательных сетей.

Если структура желаемых синтетических данных известна и распределение данных не имеет значения, стохастический процесс является идеальным методом для генерации синтетических данных. Примеры этой группы методов: модель Гаусса, Марковская цепь Монте-Карло и стохастические дифференциальные уравнения (SDE).

Метод генерации на основе правил опирается на заранее определенные правила и шаблоны для создания синтетических данных. В этом случае к правилам или шаблонам можно добавлять персональные данные, а алгоритмы используются для генерации новых документов с персональными данными на основе этих шаблонов. Однако этот метод сопряжен с рядом проблем: наборы данных содержат сотни столбцов, и добавлять новые правила становится сложно; поскольку правила определяются экспертами-людьми, их предвзятость отражается в правилах; реальные данные постоянно меняются, поэтому правила должны меняться, чтобы отражать эти изменения.

Генеративно-состязательные сети (GAN) — это метод машинного обучения, основанный на комбинации двух нейронных сетей: генератора и дискриминатора. Генератор создает синтетические данные для документов, а дискриминатор оценивает, насколько они похожи на реальные данные. Такая генерация не обеспечивает строгих гарантий конфиденциальности, но существуют модификации - одна из них называется PATE-GAN, которая использует механизм Private Aggregation of Teacher Ensembles (PATE), гарантирующий конфиденциальность генерируемых данных [2]. Другая модификация называется CorGAN - в ней используются конволюционные нейронные сети с автоэнкодерами [3].

Эти модификации способны генерировать синтетические данные с высокой степенью сходства с обучающими данными.

Для классификации рассмотренных ранее методов были определены следующие критерии:

- Вычисления: сколько аппаратных мощностей требуется для генерации синтетических данных с помощью метода.
- Человеческий труд: насколько методы чувствительны к человеческим факторам и постобработке.
- Сложность системы: нуждаются ли методы в использовании сложных компонентов и архитектуры.
- Информативность: насколько сгенерированные синтетические данные отражают реальные данные.

В результате лучшим методом для генерации синтетических документов, включающих персональные данные, является GAN.

Список литературы

1. Федеральный закон от 24.04.2020 № 123-ФЗ «О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта в субъекте Российской Федерации - городе федерального значения Москве и внесении изменений в статьи 6 и 10

Федерального закона «О персональных данных» // Собрание законодательства РФ. 2020. № 17. URL: https://docs.cntd.ru/document/564747621 (Дата обращения 01.05.2024).
2. Jordon J., Yoon J., Van Der Schaar M. PATE-GAN: Generating synthetic data with differential privacy guarantees // International conference on learning representations. URL: https://openreview.net/forum?id=S1zk9iRqF7 (Дата обращения 12.04.2024).
3. Torfi A., Fox E.A. CorGAN: correlation-capturing convolutional generative adversarial networks for generating synthetic healthcare records. 2020. DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.2001.09346.

UDC 004.91

METHODS FOR GENERATING SYNTHETIC DOCUMENTS THAT INCLUDE PERSONAL DATA

Dyusov M.A., student
BMSTU, Faculty «Informatics and control systems»
mihaildusov@yandex.ru
Supervisor: Emelianova T.V., Associate Professor
BMSTU, Faculty «Linguistics»
emelianova_tv@bmstu.ru

Nowadays it is impossible to imagine a world without AI, neural networks and machine learning - in recent years such systems have been actively developing in various spheres of human life. The key point in the realization of artificial intelligence systems is learning, which requires a data set. However, despite the abundance of some types of data, it is difficult or even illegal to obtain and use personal data for training purposes. Many countries around the world have introduced specific laws that limit the use of personal data in many ways. For example, at the end of April 2020, Russia passed Law 123-FZ [1] and the European Union has a General Data Protection Regulation (GDPR). Solution is using synthetic data generation.

There are 3 types of synthetic data: fully synthetic, partially synthetic and hybrid. Fully synthetic data generators estimate the density function parameters of the features in the real data and then privacy-protected series are generated. Partially synthetic data merely replaces the values of a few sensitive attributes with synthetic values. The true values are only adjusted in this circumstance if there is a significant danger of disclosure. In hybrid synthetic data for each random actual data record, a corresponding record from the synthetic data is picked, and the two are then blended to generate hybrid data.

There are 3 groups of methods: generation based on stochastic models; rule-based generation; generation using generative-adversarial networks.

If the structure of the desired synthetic data is known and the distribution of the data is not important, the stochastic process is an ideal method for generating synthetic data. Examples of this group of methods: Gaussian Model, Markov Chain Monte Carlo Simulation and Stochastic Differential Equations (SDE).

The rule-based generation method relies on predefined rules and templates to generate synthetic data. In this case, personal data can be added to the rules or templates, and algorithms can be used to generate new documents with personal data based on these templates. However, this method comes with several challenges: datasets containing hundreds of columns and it becomes difficult to add new rules; since rules are defined by human experts, their biases are reflected in the rules; real data is constantly changing, so rules need to change to reflect these changes.

Generative Adversarial Networks (GAN) is a machine learning method based on a combination of two neural networks: a generator and a discriminator. The generator creates synthetic data for documents and the discriminator evaluates how similar they are to the real data. Such generation does not provide strict privacy guarantees, but there are modifications - one of them is called PATE-GAN, which uses the

Private Aggregation of Teacher Ensembles (PATE) mechanism that guarantees the privacy of the generated data [2]. Another modification called CorGAN – it uses convolutional neural networks with automatic encoders [3].

These modifications are capable of generating synthetic data with a high degree of similarity to the training data.

The following criteria were identified to categorize the previously discussed methods:

- Computation: how much hardware power is needed to generate synthetic data using method.
- Human labor: how methods are sensitive to human biases and post-processing.
- System complexity: do methods need to use complex sub-components and architecture.
- Information content: how does generated synthetic data reflect the real data.

As a result, the best method for generating synthetic documents that include personal data is GAN.

References

1. Федеральный закон от 24.04.2020 № 123-ФЗ «О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта в субъекте Российской Федерации - городе федерального значения Москве и внесении изменений в статьи 6 и 10 Федерального закона «О персональных данных» // Собрание законодательства РФ. 2020. № 17. URL: https://docs.cntd.ru/document/564747621 (Дата обращения 01.05.2024).
2. Jordon J., Yoon J., Van Der Schaar M. PATE-GAN: Generating synthetic data with differential privacy guarantees // International conference on learning representations. URL: https://openreview.net/forum?id=S1zk9iRqF7 (Дата обращения 12.04.2024).
3. Torfi A., Fox E.A. CorGAN: correlation-capturing convolutional generative adversarial networks for generating synthetic healthcare records. 2020. DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.2001.09346.

УДК 681.513

АЛГОРИТМФЫ ФИЛЬТРАЦИИ С ВЫСОКОЙ СТЕПЕНЬЮ АДАПТИВНОСТИ

Жидкова М.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
zhidkovama@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Неусыпин К.А., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

Задача фильтрации в настоящее время является одной из наиболее актуальных. Одним из распространенных методов линейной фильтрации является фильтр Калмана, предназначенный для оптимального оценивания вектора состояния линейных нестационарных систем. Оценивание производится по наблюдению за зашумленной компонентой вектора состояния.

Задача синтеза адаптивных фильтров обусловлена отсутствием в большинстве практических задач априорных свойств сигналов и помех. Такие фильтры проявляют свойство «приспосабливаемости» к заранее неизвестным помехо-сигнальным условиям.

Адаптация – процесс изменения параметров и структуры системы, а возможно, и управляющий воздействий на основе текущей информации с целью достижения определенного, обычно оптимального, состояния системы при начальной неопределенности и изменяющихся условиях работы [1].

Чувствительность автоматических систем характеризует влияние параметров элементов на их свойства. Для количественного измерения изменений вводятся функции чувствительности. Для обеспечения высокой степени адаптивности система должна быть достаточно чувствительной.

Степень адаптивности является качественной характеристикой системы. Одним из способов оценивания степени адаптивности является анализ соответствия обеспечиваемых критериев качества переходных процессов заданным при различных параметрах объекта управления [2]. Количественная оценка степени адаптивности к изменению параметров системы проводится на основе функций принадлежности полученных переходных процессов к множеству «монотонный переходной процесс».

Другим способом определения степени адаптивности системы является построение матрицы с весовыми коэффициентами, которые вычисляются сравнением реакции реальной системы и среднестатистического эталона [3].

Оптимальный фильтр Калмана, предназначенный для оптимальной оценки и подавления измерительного шума, является широко используемым методом оценивания погрешностей ИНС (инерциальной навигационной системы).

На практике часто имеет место расходимость оптимального фильтра Калмана. Основной причиной расходимости является погрешность задания априорных данных. Адаптивный фильтр – это фильтр, способный вырабатывать достаточно точную оценку вектора состояния в отсутствие точной априорной информации о статистике входных и измерительных шумов.

В условиях отсутствия достоверной априорной информации и активного маневрирования ЛА адаптивный алгоритм оценивания с повышенной степенью адаптивности обеспечивает повышенную точность оценивания. Использование обновляемой последовательности в адаптивном алгоритме для оценивания ковариационных матриц позволяет повысить точность оценок погрешностей ИНС в условиях стохастической неопределенности, а применение жестких связей по обновляемой последовательности приводит к повышению степени адаптивности алгоритма.

Литература

1. Цыпкин Я.З. Адаптация и обучение в автоматических системах. М.: Наука, 1968. 400 с.
2. Седойкин Д.Н. Разработка структуры адаптивных систем возбуждения синхронных генераторов для демпфирования колебаний в электроэнергетических системах: автореф… дис. к.т.н. (15.14.02). СПб.: 2018. 20 с.
3. Неусыпин К.А., Муркина Н.В. Фрустрационная толерантность интеллектуальных систем летательных аппаратов // Автоматизация. Современные технологии. 2004. № 1. С. 25-27.

UDK 681.513

FILTERING ALGORITHMS WITH HIGH DEGREE OF ADAPTIVITY

Zhidkova M.A., student
BMSTU, Faculty «Informatics and Control Systems»
zhidkovama@student.bmstu.ru
Supervisor: Neusypin K.A, D.Sc. (Technology), Professor
BMSTU, Faculty «Informatics and Control Systems»

The task of filtration is currently one of the most urgent ones. The increasing importance of filtration theory is primarily due to the demands of modern production. The following theory provides the basis for creating complex systems. One of the most commonly used methods for linear filtration is the Kalman filter, which was designed to optimally estimate the state vector for linear, non-stationary systems. This evaluation is done by observing the noisy components of the state vector.

In most practical applications, adaptive filters are used because of the lack of a prior information about signals and interferences. These filters have the ability to adapt to previously unknown conditions.

Adaptation is the process of adjusting the parameters and structure of the system or control signals based on current information in order to achieve a certain, usually optimal, state of the system under initial uncertainty and changing operating conditions [1].

Sensitivity in automatic control systems refers to the influence of parameters on the overall behavior of the system. Sensitivity functions can be used to quantify these changes. In order to ensure a high level of adaptivity, a system must be sufficiently sensitive.

The degree of adaptability is a qualitative characteristic of a system. One of the ways to assess the degree of adaptivity is to analyze the compliance of the provided criteria for transient quality with those set for various parameters of the controlled object [2]. A quantitative assessment of adaptivity to system parameter changes is based on the functions of belonging of the obtained transients to the set of «monotonous transition process».

Another method to determine system adaptability is to construct a matrix with weighting coefficients, which are calculated by comparing the response of the real system and the average standard [3].

The Kalman filter, which is designed for optimal estimation and suppression of measurement noise, is a widely used method for error estimation in the INS (Inertial Navigation System).

To implement the Kalman filter, prior information about the characteristics of input and measurement noise must be available. Inaccurate information about prior data can lead to some divergence. Adaptive filters are filters capable of producing a reasonably accurate estimate of the system state vector in the absence of precise prior information about the statistical properties of input and measurement noise.

In the absence of reliable prior information and active aircraft maneuvering, estimation algorithms with a higher degree of adaptivity result in increased estimation accuracy. Adaptive estimation algorithms that tightly coupled measurements are effective under conditions of low measuring noise. However, in the case of a high level of measurement noise, with tight coupling through an updated sequence can result in unacceptable levels of estimation error. The use of an updated sequence for estimating covariance matrices makes it possible to increase the accuracy of estimates of the errors of the INS in conditions of stochastic uncertainty.

References

1. Цыпкин Я.З. Адаптация и обучение в автоматических системах. М.: Наука, 1968. 400 с.
2. Седойкин Д.Н. Разработка структуры адаптивных систем возбуждения синхронных генераторов для демпфирования колебаний в электроэнергетических системах: автореф… дис. к.т.н. (15.14.02). СПб.: 2018. 20 с.
3. Неусыпин К.А., Муркина Н.В. Фрустрационная толерантность интеллектуальных систем летательных аппаратов // Автоматизация. Современные технологии. 2004. № 1. С. 25-27.

УДК 681.5

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ МЕТОДЫ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ЛОКАЛИЗАЦИИ

Кочеткова А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
kochetkovaaa@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Парфентьев К.В., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
parfentiev@bmstu.ru

В настоящее время локализация интересующего объекта является одной из наиболее актуальных задач при построении сложных навигационных систем, обеспечивающих повышение автономности систем.

Нейронные сети не могут обеспечить работу в режиме реального времени, поскольку требуют больших вычислительных и временных ресурсов. Цель моей работы - провести исследование математических алгоритмов нахождения текущего кадра с квадрокоптера на

справочной карте с целью локализации объекта. Независимо от того, как создаются алгоритмы навигационных систем, они имеют структуру, аналогичную вычислению функции взаимной корреляции и поиску экстремума этой функции.

Имеет место классификация методов по используемой функции взаимной корреляции:

Амплитудно-фазовая корреляция — классический корреляционный алгоритм (ККА), разностные алгоритмы, алгоритм последовательного определения сходства изображений (ПОСИ), алгоритм амплитудного ранжирования) [1].

Основная идея метода заключается в попиксельном сравнении изображений. В простейшем случае мера сходства двух изображений – это функция взаимного смещения (Δx,Δy), вычисляется как квадрат среднеквадратичного отклонения яркостей соответствующих (с учётом величины смещения) пикселей.

$$\sum_{f_1,f_2}(\Delta x,\Delta y)=\frac{1}{N^2}\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1}(f_1(x,y)-f_2(x-\Delta x)(y-\Delta y))^2$$

где f_1 и f_2 – изображения одного и того же объекта, отличающиеся только сдвигом; NxN – размер области, в которой вычисляется корреляция.

В простейшей форме (ККА) мера корреляции двух изображений F_1, F_2 определяется следующим образом:

$$R(m,n)=\frac{\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}F_1(j,k)F_2(j-m,k-n)}{\sqrt{\left[\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}F_1^2(j,k)\right]\left[\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}F_2^2(j-m,k-n)\right]}}$$

где j,k (u,v далее в ФК)- индексы элементов окне W размером J элементов, которое расположено внутри зоны поиска S размером $M\times N$ элементов

$F_1(j,k)$ и $F_2(j,k)$ – два дискретных (оцифрованных) изображения – эталонное и текущее, которые необходимо привязать;

Фазовая корреляция (ФК) — классический метод, алгоритм Фурье-Меллина.

Под фазовой информацией понимают фазу преобразования Фурье исследуемого изображения, либо фазу некоторого локального преобразования (оконного преобразования Фурье, вейвлет-преобразования), примененного к изображению. ФК характеризуется расчётом корреляции фазы комплексно-сопряженных изображений.

$$C_{f_1,f_2}^{\varphi}(\Delta x,\Delta y)=\frac{1}{N^2}\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1}\frac{\tilde{f}_1(u,v)}{\left|\tilde{f}_1(u,v)\right|}\cdot\frac{\tilde{f}^*{}_2(u,v)}{\left|\tilde{f}^*{}_2(u,v)\right|}e^{i\frac{2\pi}{N}(u\Delta x+v\Delta y)}$$

$$\tilde{f}(u,v)=\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1}f(x,y)\cdot e^{-i\frac{2\pi}{N}(ux+vy)}$$

где нижняя формула – комплекснозначный Фурье-образ изображения.

Основной принцип ФК заложен в связи фазовой части эталона с его Фурье-образом:

Фурье-пара удовлетворяет следующим свойствам сдвига:

$$f(x,y)e^{i2\pi(u_0x/M+v_0y/N)}\Leftrightarrow F(u-u_0,v-v_0)$$

$$f(x-x_0,y-y_0)\Leftrightarrow F(u,v)e^{i2\pi(ux_0/M+vy_0/N)}$$

Использование полярных координат приводит к следующей паре:

$$f(r,\theta+\theta_0)\Leftrightarrow F(\omega,\varphi+\theta_0)$$

которая показывает, что поворот $f(x, y)$ на угол θ_0 приводит к повороту $F(u, v)$ на тот же угол. И наоборот, поворот $F(u, v)$ означает поворот на тот же угол и $f(x, y)$ [2].

Программно подтверждена эффективность ФК в распознавании локальных сдвигов, выявлены недостатки: неинвариантность к масштабированию, поворотам и аффинным преобразованиям.

При тестировании шести методов, реализованных на одноплатном компьютере Raspberry Pi 4 Model B с шлейфовой камерой Raspberry Pi Camera Module 3 использовались распечатанные спутниковые карты местности города в максимальном приближении, заранее выполняется калибровка камеры, чтобы сократить влияние дисторсии и аберраций на результат исследования.

Решением проблемы невосприимчивости КЭ алгоритмов аффинным преобразованиям может служить лог-полярное преобразование, которое используется в методе Фурье-Меллина [3].

Таким образом, проведено исследование КЭ алгоритмов, сделаны выводы по целесообразности выбора каждого метода. Амплитудно-фазовая корреляция подходит для ограниченного количества задач в искусственно созданных условиях. Фазовая корреляция применима для решения различных целей: медицинских (по определение локальных сдвигов изображений радужных оболочек глаз, видеокапилляроскопии и т.д.), детектирования трещин, области усталостного разрушения, тектонического анализа. Оптимизированная ФК (мультимасштабирование, лог-полярное преобразование, нормировка) может быть использована в системах автономной навигации в реальном времени, для эффективности алгоритма необходима предобработка – сегментация – изображений, поступающих с камеры БПЛА.

Список литературы

1. Клетте Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы / пер. с англ. А.А. Слинкин. Москва: London: Springer-Verlag London, 2014. Москва: ДМК Пресс, 2019. 506 с.
2. Bonnet N. Image analysis: is the Fourier transform outdated? / N. Bonnet, P. Vautreau // Microscopy of microanalysis of microstructures. 1997. V. 8. I. 1. pp. 59-75. DOI: 10.1051/mmm:1997106.
3. Fourier-Mellin transform / Image registration based on the Fourier-Mellin transform. URL: https://sthoduka.github.io/imreg_fmt/docs/fourier-mellin-transform / (Дата обращения: 20.10.2023).

UDC 681.5

CORRELATION METHODS IN SOLVING THE LOCALIZATION PROBLEM

Kochetkova A.A., student
BMSTU, Faculty «Informatics and Control Systems»
kochetkovaaa@student.bmstu.ru
Supervisor: Parfentiev K.V., Ph.D., Associate Professor
BMSTU, Faculty «Informatics and Control Systems»
parfentiev@bmstu.ru

Currently, the localization of the object of interest is one of the most relevant tasks in the construction of complex navigation systems that ensure increasing autonomy of systems.

Neural networks cannot provide real-time operation because they need large computing and time resources. The goal of my work is to conduct a study of mathematical algorithms in finding the current frame from a quadcopter on a reference map in order to localize the object. No matter how the algorithms of navigation systems are created, they have a structure similar to calculation of a cross-correlation function and the search for the extremum of this function.

There is a classification of methods according to the mutual correlation function used:

Amplitude-phase correlation — classical correlation algorithm (CCA), difference algorithms, sequential image similarity determination algorithm (POSI), amplitude ranking algorithm) [1].

The main idea of the method is to compare images by pixel. In the simplest case, the measure of similarity of two images is a function of mutual displacement (Δx,Δy), it is calculated as the square of the standard deviation of the brightness of the corresponding (taking into account the magnitude of the offset) pixels, presented in the formula.

$$\sum_{f_1,f_2}(\Delta x,\Delta y)=\frac{1}{N^2}\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1}(f_1(x,y)-f_2(x-\Delta x)(y-\Delta y))^2$$

In its simplest form, the correlation measure of two images F_1, F_2 is defined as follows:

$$R(m,n)=\frac{\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}F_1(j,k)F_2(j-m,k-n)}{\sqrt{\left[\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}F_1^2(j,k)\right]\left[\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}F_2^2(j-m,k-n)\right]}}$$

where j,k $(u,v$ next to PC) – indexes of the window elements W are the size of J elements, which is located inside the search area S size of $M\times N$ elements.

$F_1(j,k)$ и $F_2(j,k)$ $-$ two discrete (digitized) images – the reference and the current one, which must be linked;

Phase correlation (PC) is a classical method.

Phase information is understood as the phase of the Fourier transform of the image under study, or the phase of some local transformation (windowed Fourier transform, wavelet transform) applied to the image. FC is characterized by the calculation of the phase correlation of complex conjugate images.

$$C_{f_1,f_2}^{\varphi}(\Delta x,\Delta y)=\frac{1}{N^2}\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1}\frac{\tilde{f}_1(u,v)}{|\tilde{f}_1(u,v)|}\cdot\frac{\tilde{f}^*{}_2(u,v)}{|\tilde{f}^*{}_2(u,v)|}e^{i\frac{2\pi}{N}(u\Delta x+v\Delta y)}$$

$$\tilde{f}(u,v)=\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1}f(x,y)\cdot e^{-i\frac{2\pi}{N}(ux+vy)}$$

where the lower formula is the complex–valued Fourier image of the image [9].

The basic principle of PC is based on the connection of the phase part of the standard with its Fourier image:

The Fourier pair satisfies the following shift properties:

$$f(x,y)e^{i2\pi(u_0x/M+v_0y/N)}\Leftrightarrow F(u-u_0,v-v_0)$$

$$f(x-x_0,y-y_0)\Leftrightarrow F(u,v)e^{i2\pi(ux_0/M+vy_0/N)}$$

Using polar coordinates leads to the following pair:

$$f(r,\theta+\theta_0)\Leftrightarrow F(\omega,\varphi+\theta_0)$$

which shows that rotating $f(x,y)$ by an angle θ_0 results in rotating $F(u,v)$ by the same angle. Conversely, turning $F(u,v)$ means turning by the same angle and $f(x,y)$ [2].

The effectiveness of PC in recognizing local shifts has been programmatically confirmed, and disadvantages have been identified: non-invariance to scaling, rotations and affine transformations.

When testing six methods implemented on a Raspberry Pi 4 Model B single-board computer with a Raspberry Pi Camera Module 3 loop camera, printed satellite maps of the city area were used as close

as possible, the camera is calibrated in advance to reduce the effect of distortion and aberration on the result of the study.

Normalized methods are the most accurate, in particular, the algorithm that uses the mean square deviation with the Frobenius norm as a metric is the most effective.

The solution to the problem of the immunity of CENS algorithms to affine transformations can be the log-polar transformation, which is used in the Fourier-Mellin method, but in this case, there is a decrease in clarity at the boundary regions of the image, real-time use is limited by an insufficiently high speed of image preprocessing and high sensitivity to noise [3].

In the following works, it is planned to implement a program capable of localizing an object of interest from a reference image in real time. Extreme correlation methods can be used as one of the main steps of an integrated algorithm, it is necessary to learn how to implement a vector into the algorithm that characterizes not only the linear location of the object, but also the radial one.

It is advisable to direct the following stages of work to the search for the optimal segmentation algorithm and the solution of the problem of 6 parameters. It is also promising to study computer vision algorithms for searching for objects that use cascades of correlation filters.

References

1. Клетте Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы / пер. с англ. А.А. Слинкин. Москва: London: Springer-Verlag London, 2014. Москва: ДМК Пресс, 2019. 506 с.
2. Bonnet N. Image analysis: is the Fourier transform outdated? / N. Bonnet, P. Vautreau // Microscopy of microanalysis of microstructures. 1997. V. 8. I. 1. pp. 59-75. DOI: 10.1051/mmm:1997106.
3. Fourier-Mellin transform / Image registration based on the Fourier-Mellin transform. URL: https://sthoduka.github.io/imreg_fmt/docs/fourier-mellin-transform / (Accessed: 20.10.2023).

УДК 004.942

МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МАРШРУТОВ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Обрубов С.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет «Информатика и системы управления»
siobrubov@yandex.ru
Научный руководитель: Емельянова Т.В., к.п.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет «Лингвистика»

Прогнозирование востребованности маршрутов общественного транспорта является важным аспектом транспортного планирования в городах. Успех всей системы общественного транспорта напрямую зависит от точности прогнозных моделей. За последние десятилетия был достигнут значительный прогресс в области прогнозирования пассажиропотоков, а разработанные методы можно разделить на четыре группы в зависимости от их реализации: статистические, эконометрические, методы моделирования и методы машинного обучения.

Статистические методы позволяют анализировать и моделировать временные ряды пассажиропотоков. Для повышения эффективности статистические методы часто комбинируются с другими методами [1].

Эконометрические методы позволяют установить взаимосвязь между пассажиропотоками и различными факторами, такими как социально-экономические и демографические [2].

Методы моделирования позволяют моделировать поведение отдельных пассажиров и их перемещение по транспортной сети. Использование таких методов позволяет визуально оценить распределение потоков в зависимости от различных сценариев развития транспортной системы.

Методы машинного обучения позволяют автоматически находить сложные зависимости между многими факторами, влияющими на пассажиропоток [3], что позволяет строить точные прогнозные модели.

В отсутствие большого количества разнообразных данных статистические методы являются предпочтительным вариантом из-за их относительной простоты. Они могут дать общее представление о потенциальном развитии потока. Эконометрические методы часто используются для долгосрочных прогнозов, вероятно потому, что влияние рассматриваемых факторов является долгосрочным. Методы имитационного моделирования используются для детализации потоков на крупном масштабе транспортной сети и оценки влияния различных факторов на транспортных узлах. Методы машинного обучения используются на разных уровнях транспортной системы и для различных горизонтов планирования. Стоит отметить, что методы машинного обучения обычно позволяют обрабатывать более широкий спектр данных, чем другие методы, и выявлять взаимосвязи между ними. Выбор конкретного метода зависит от доступности исходных данных, горизонта прогнозирования, масштаба планирования и других факторов.

Список литературы

1. Методы прогнозирования пассажиропотоков потоков в городах, пригородном и дальнем сообщении. URL: https://irts.su/2022/02/16/current-forecasting-methods/ (Дата обращения 12.03.2023)
2. Kobylitsky A.N. Chudaev A.V. The Prediction of Suburban Passenger Traffic with Econometric Models. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. V. 753. № 5. DOI:10.1088/1757-899X/753/5/052073.
3. Li Y., Chai S., Ma Z., Wang G. Hybrid Deep Learning Framework for Long- term Traffic Flow Prediction // IEEE Access. 2021. V. 9., pp. 11264-11271. DOI:10.1109/TITS.2022.3201879.

UDC 004.942

METHODS OF PUBLIC TRANSPORT ROUTES FORECASTING

Obrubov S.I., student
BMSTU, Faculty «Informatics and control systems»
siobrubov@yandex.ru
Supervisor: Emelyanova T.V., PhD, Associate Professor
BMSTU, Faculty «Linguistics»

Forecasting the demand for urban public transport routes is an important aspect of transport planning in cities. The success of the entire public transportation system directly depends on the accuracy of forecast models. Significant progress has been made in recent decades in terms of passenger traffic forecasting, and developed methods can be divided into four groups according to their implementation: statistical, econometric methods, methods of simulation and machine learning methods.

Statistical methods allow analyzing and modeling time series of passenger flows. To increase efficiency, statistical methods are often combined with other methods [1].

Econometric methods let you establish relationship between passenger flows and different factors, like socio-economic and demographic factors [2].

Simulation modeling methods allow simulating the behavior of individual passengers and their movement through the transport network. The usage of such methods makes it possible to estimate the distribution of flows depending on various scenarios for the development of the transport system.

Machine learning methods can automatically find complex dependencies among many factors affecting passenger traffic [3]. This allows building accurate predictive models.

In the absence of a wide variety of data, statistical methods are the preferred option due to their relative simplicity. They can give a general idea of the potential development of a flow. Econometric methods are often used for long-term forecasts, probably because the influence of the factors is long-lasting. Simulation modeling methods are used to detail flows at the micro-level and assess the impact of various factors at a transport hub or site. Machine learning methods are employed at different levels of the transportation system and for various planning horizons. It is worth noting that machine learning

methods can typically process a wider range of data than other methods and identify relationships among them. The selection of a particular method depends on initial data availability, the forecast horizon, planning scale, and other factors.

References:

1. Методы прогнозирования пассажиропотоков потоков в городах, пригородном и дальнем сообщении. URL: https://irts.su/2022/02/16/current-forecasting-methods/ (Accessed 12.03.2023)
2. Kobylitsky A.N. Chudaev A.V. The Prediction of Suburban Passenger Traffic with Econometric Models. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. V. 753. № 5. DOI:10.1088/1757-899X/753/5/052073.
3. Li Y., Chai S., Ma Z., Wang G. Hybrid Deep Learning Framework for Long- term Traffic Flow Prediction // IEEE Access. 2021. V. 9., pp. 11264-11271. DOI:10.1109/TITS.2022.3201879.

СЕКЦИЯ «АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ»

УДК 004

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕН НА КРИПТОВАЛЮТУ С ПОМОЩЬЮ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Ермолаев И.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
vaneeji@mail.ru
Турилкин В.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
valeratur2004@yandex.ru
Научный руководитель: Куняева М.Ю., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Криптовалюта привлекает значительное внимание благодаря своей реакции на финансовые потрясения и потенциалу хеджирования от инфляции. Несмотря на попытки предсказать ее стоимость с помощью моделей, криптовалюта часто реагирует на общественные настроения сильнее, чем традиционные предсказатели. Исследования показывают, что на доходность криптовалюты влияют уникальные факторы, что делает ее интригующим активом для изучения [1]. Цель данного исследования – изучить эту взаимосвязь с помощью методов машинного обучения.

Мы выбрали модель логистической регрессии, метод опорных векторов и «случайный лес» как наиболее часто используемые методы при анализе показателей криптовалют [2].

Рассмотрим первый метод, который называется моделью логистической регрессии. Когда мы пытаемся предсказать, будет ли доходность криптовалюты положительной или отрицательной, мы должны учитывать, что результат может быть только двух видов: 0, если доходность отрицательная, или 1, если доходность положительная. Обычные методы, такие как обычный метод наименьших квадратов (ОМНК), здесь работают неэффективно, потому что они предполагают определенные свойства данных, которые могут не выполняться. Чтобы решить эту проблему, мы используем другой подход. Мы рассчитываем вероятность $P_i = E(y_i = 1|x) = \frac{e^{x_i\beta}}{1 + e^{x_i\beta}}$ того, что результат будет равен 1 (положительный доход), исходя из рассматриваемых нами факторов. Эту вероятность мы переводим в логарифм, называемый логитом $L_i = L_n(\frac{P_i}{1-P_i}) = x_i\beta^T$. Если этот логарифм больше 1, мы прогнозируем положительную доходность, а если меньше – отрицательную [3]. Это помогает нам делать более точные прогнозы относительно доходности криптовалют.

Второй метод прогнозирования – метод опорных векторов, который точно предсказывает классы данных, не предполагая наличия предварительных знаний. Он находит наилучшую гиперплоскость для разделения классов, используя опорные векторы. В данном исследовании мы разделили данные на обучающие (80%) и тестовые наборы (20%), чтобы оценить эффективность модели. Чтобы предотвратить переобучение, мы используем метод кросс-валидации, при котором обучающее множество делится на равные части. Каждая часть используется для тестирования, а оставшаяся – для обучения. Эта процедура повторяется несколько раз, оценивая точность модели. Мы используем 5-кратную процедуру кросс-валидации, повторяя ее 5 раз, чтобы оценить точность на 20% данных.

И наконец, рассмотрим метод «случайного леса», который сочетает деревья решений с бутстреппингом и агрегированием для создания разнообразных систем регрессии. Обычно этот метод используется для предотвращения проблем, связанных с чрезмерной подгонкой данных, которые наблюдаются в отдельных деревьях решений, путем объединения нескольких деревьев.

Каждое дерево строится на основе случайного подмножества признаков, отобранных с заменой из исходного набора данных. Оставшиеся наблюдения образуют «набор вне мешка» (HBM) для проверки способности модели к обобщению. Чтобы уменьшить зависимость от обучающего набора, каждое дерево использует случайно выбранное подмножество признаков, как правило, квадратный корень из общего числа. Система агрегирует классификацию каждого дерева, выбирая наиболее распространенный класс.

Что касается результатов, показатели эффективности варьируются от 0 до 1. В данном исследовании показатель accuracy имеет решающее значение для оценки и сравнения моделей машинного обучения, особенно в случае несбалансированных данных. Он измеряет отношение числа правильных предсказаний к общему числу. Однако высокий показатель accuracy может вводить в заблуждение при использовании несбалансированных данных, что приводит к «парадоксу точности». Показатель precision измеряет отношение истинных благоприятных исходов ко всем благоприятным исходам, в то время как recall рассчитывает долю истинных благоприятных исходов среди всех исходов. F1-Score – это среднее гармоническое между показателями precision и recall. Ниже вы можете ознакомиться с этими методами в порядке убывания в каждой характеристике в соответствии со значением каждого метода в этой характеристике.

Recall: случайный лес (0,588), модель логистической регрессии (0,412), метод опорных векторов (0,059).

Accuracy: модель логистической регрессии (0,667), метод опорных векторов (0,583), случайный лес (0,583).

Precision: модель логистической регрессии (0,538), случайный лес (0,435), метод опорных векторов (0,200).

F1-Score: случайный лес (0,500), модель логистической регрессии (0,467), метод опорных векторов (0,091) [3].

Эти рейтинги подчеркивают разную силу каждого метода в различных метриках производительности. Модель логистической регрессии постоянно превосходит другие методы по точности и достоверности, что говорит о ее надежности в составлении правильных прогнозов и минимизации ложных срабатываний. Метод случайного леса демонстрирует конкурентоспособную производительность по показателям recall и F1-Score, показывая свою универсальность и эффективность в работе с несбалансированными данными.

Список литературы

1. Corbet S., Larkin C., Lucey B.M., Meegan A., Yarovaya L. Cryptocurrency reaction to FOMC Announcements: Evidence of heterogeneity based on blockchain stack position. // Journal of Financial Stability. 2020. № 46. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfs.2019.100706.
2. Murray K., Rossi A., Carraro D., Visentin, A. On Forecasting Cryptocurrency Prices: A comparison of machine learning, deep learning, and ensembles. // Forecasting. 2023. №5 (1). pp. 196–209. DOI: https://doi.org/10.3390/forecast5010010.
3. Dimitriadou A., Gregoriou A. Predicting Bitcoin prices using machine Learning. // Entropy (Basel. Online). № 202325 (5). DOI: https://doi.org/10.3390/e25050777.

UDC 004

PREDICTING CRYPTOCURRENCY PRICES USING MACHINE LEARNING

Ermolaev I.V., student
BMSTU, Faculty «Social Science and Humanities»
vaneeji@mail.ru
Turilkin V.S., student
BMSTU, Faculty «Social Science and Humanities»
valeratur2004@yandex.ru
Supervisor: Kunyaeva M.Y., Senior Lecturer
BMSTU, Faculty «Linguistics»

Cryptocurrency has attracted considerable attention due to its response to financial shocks and its potential as a hedge against inflation. Despite efforts to predict its value using models, cryptocurrency often reacts more to public sentiment than traditional predictors. Research indicates that cryptocurrency returns are influenced by unique factors, positioning it as an intriguing asset for study [1]. The purpose of this research is to explore this relationship using machine learning techniques.

We chose logistic regression model, support vector machine, and random forests as the most commonly used in analyzing cryptocurrency performance [2].

First, we propose to take a look at the method called logistic regression model. When we try to predict whether the cryptocurrency return will be positive or negative, we need to consider that the result can only be of two kinds: 0 if the return is negative, or 1 if the return is positive. Usual methods such as ordinary least squares (OLS) do not work effectively here because they assume certain properties of the data that may not hold. To solve this problem, we take a different approach. We calculate the probability $P_i = E(y_i = 1|x) = \frac{e^{x_i\beta}}{1 + e^{x_i\beta}}$ that the outcome will be 1 (a positive return) based on the factors we consider. We convert this probability into a logarithm called the logit $L_i = L_n(\frac{P_i}{1-P_i}) = x_i\beta^T$. If this logit is higher than 1, we predict a positive return, and if it is lower, we predict a negative return [3]. This helps us make more accurate predictions about cryptocurrency returns.

The second method of predicting is support vector machine which accurately predicts data classes without assuming prior knowledge. It finds the best hyperplane to separate classes, using support vectors. In our study, we split data into training (80%) and testing sets (20%) to evaluate the model's performance. To prevent overfitting, we employ a cross-validation approach where the training set is divided into equal parts. Each part is used for testing while the rest is for training. This is repeated multiple times, evaluating the model's accuracy. We use a 5-fold cross-validation procedure repeated 5 times to assess accuracy on 20% of the data.

And finally, the random forests method that combines decision trees with bootstrapping and aggregation to create diverse regression systems. It is commonly used to prevent overfitting issues seen in individual decision trees by combining multiple trees. Each tree is built from a random subset of features, sampled with replacement from the initial dataset. The remaining observations form the out-of-bag (OOB) set for testing the model's generalization ability. To reduce reliance on the training set, each tree uses a randomly selected subset of features, typically the square root of the total number. The system aggregates the classification of each tree, selecting the most common class.

As for the results, performance metrics range from 0 to 1. In this study, accuracy is crucial for evaluating and comparing machine-learning models, especially with imbalanced data. It measures the ratio of correct predictions to the total. However, high accuracy can be misleading with imbalanced data, leading to the «Accuracy Paradox». Precision measures the ratio of true positives to all positives, while recall calculates the fraction of true positives among all cases. F1-Score is the harmonic mean of precision and recall. Below you may find these methods in descending order in each characteristic according to the value of each method in that characteristic.

Recall: random forest (0.588), logistic regression model (0.412), support vector machine (0.059).

Accuracy: logistic regression model (0.667), support vector machine (0.583), random forest (0.583).

Precision: logistic regression model (0.538), random forest (0.435), support vector machine (0.200).

F1-Score: random forest (0.500), logistic regression model (0.467), support vector machine (0.091) [3].

These rankings highlight the varying strengths of each method in different performance metrics. Logistic regression model consistently outperforms the other methods in terms of accuracy and precision, indicating its reliability in making correct predictions and minimizing false positives. Random forest demonstrates competitive performance across recall and F1-Score, showcasing its versatility and effectiveness in handling imbalanced data. However, support vector machine lags behind in all metrics, suggesting limitations in accurately capturing cryptocurrency performance characteristics compared to the other methods.

References

1. Corbet S., Larkin C., Lucey B.M., Meegan A., Yarovaya L. Cryptocurrency reaction to FOMC Announcements: Evidence of heterogeneity based on blockchain stack position. // Journal of Financial Stability. 2020. № 46. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfs.2019.100706.
2. Murray K., Rossi A., Carraro D., Visentin, A. On Forecasting Cryptocurrency Prices: A comparison of machine learning, deep learning, and ensembles. // Forecasting. 2023. №5 (1). pp. 196–209. DOI: https://doi.org/10.3390/forecast5010010.
3. Dimitriadou A., Gregoriou A. Predicting Bitcoin prices using machine Learning. // Entropy (Basel. Online). № 202325 (5). DOI: https://doi.org/10.3390/e25050777.

УДК 004.8

ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СОЦИАЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ: ЭТИЧЕСКИЙ ВОПРОС

Зыкова А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
zyykovaaa@student.bmstu.ru
Самиева К.Н., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
samievakn@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Быковская Л.И., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

В последнее время искусственный интеллект (ИИ) начал проникать во многие сферы нашей жизни: мы используем ИИ для выполнения даже простых задач, с которыми мы могли бы справиться сами. Неконтролируемое внедрение технологий на основе ИИ в нашу жизнь может стать настоящей проблемой, особенно для такого важного аспекта, как социальные коммуникации.

Эту проблему явно демонстрирует история Александра Жадана. Александр решил использовать искусственный интеллект, чтобы найти себе девушку, потому что не хотел тратить на это время. ИИ подбирал девушек на сайте знакомств, отвечающих критериям Александра. Затем ChatGPT (нейронная сеть на основе ИИ) начинал общаться с девушками без участия Александра. Если девушка соглашалась на встречу, ChatGPT отправлял Александру краткое изложение диалога с девушкой и ее краткое описание. В результате ChatGPT пообщался с 5 239 девушками. В конце концов, Александр выбрал одну из них – Карину. Они переписывались онлайн, и только через год Карина узнала, что все это время она общалась с искусственным

интеллектом. Теперь пара помолвлена! Интересно, что именно ChatGPT предложил Александру сделать предложение Карине, потому что она упомянула в диалоге, что "хочет потанцевать на чьей-то свадьбе".

Большинство людей, вероятно, будут считать неэтичным искать свою любовь таким образом, тем не менее, это реальная история, которая показывает, насколько глубоко технологии на основе ИИ проникли в нашу жизнь. Согласно результатам эксперимента "Human or Not?", где участники должны были угадать, разговаривали ли они с человеком или с ботом, только 60% респондентов смогли распознать ИИ в диалоге.

С одной стороны, использование ИИ для общения становится серьезной проблемой. Трудно определить, разговариваете вы с реальным человеком или нет, что делает вас уязвимыми перед мошенниками. Кроме того, зависимость от ИИ может привести к тому, что нам будет сложно общаться без технологий. Мы можем потерять способность к критическому мышлению и анализу информации, а также навык активного слушания и выражения себя. Известно, что алгоритмы ИИ учатся на ограниченном наборе данных и могут иметь предубеждения. ИИ создают несколько человек, но используют его многие. Это может привести к тому, что предубеждения ИИ будут перерастать в предубеждения общества. С этой стороны ИИ может стать средством цензуры общественного мнения.

С другой стороны, внедрение искусственного интеллекта в общение также имеет свои преимущества. Например, как иллюстрирует история Александра, ИИ может повысить эффективность общения. ИИ может автоматизировать повторяющиеся задачи, упрощать сложные разговоры, подводить итоги продолжительных обсуждений, перефразировать непонятную речь или адаптировать ваше сообщение к более подходящему стилю. Однако эти функции ИИ лучше подходят для профессионального использования, и использование их в личном общении может привести к вышеупомянутым проблемам.

Тема внедрения ИИ в социальные отношения довольно спорная, поэтому было проведено социологическое исследование, чтобы узнать мнение общества по этому вопросу. Согласно результатам опроса, большинство респондентов (38,5%) отрицательно относятся к внедрению ИИ в социальные коммуникации. Но не так много людей (33,3%) сами попробовали использовать ИИ для общения. Также почти 62% респондентов отметили, что не считают этичным общаться с другими людьми, используя ИИ, без их ведома. Среди негативных аспектов почти 80% респондентов выделили риск интернет-мошенничества и потерю коммуникативных навыков людей. Но с позитивной стороны, респонденты видят ИИ как полезный инструмент для выбора тем обсуждения и переформулирования непонятных фраз.

Таким образом, был сделан вывод, что внедрение искусственного интеллекта в социальные отношения — это сложная этическая проблема, на которую пока нет четкого ответа. Нам необходимо внимательно взвешивать все возможные последствия и убедиться, что использование ИИ в общении не противоречит моральным принципам и ценностям общества. Важно помнить, что технологии должны служить человеку, а не заменять его, поэтому необходимо обсуждать правила и ограничения для использования искусственного интеллекта в социальных коммуникациях.

Список литературы

1. AI21 Labs concludes largest Turing Test experiment to date. (n.d.). URL: https://www.ai21.com/blog/human-or-not-results (Дата обращения 12.04.2024)
2. Maiei. Human-AI Interactions and Societal Pitfalls | Montreal AI Ethics Institute. Montreal AI Ethics Institute. URL: https://montrealethics.ai/human-ai-interactions-and-societal-pitfalls (Дата обращения 01.04.2024)
3. Zhadan A. Сделал предложение девушке, с которой ChatGPT общался за меня год…. Twitter. URL: https://twitter.com/biblikz/status/1752335415812501757 (Дата обращения 18.03.2024)

UDC 004.8

INTRODUCING ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO SOCIAL RELATIONS: ETHICAL ISSUE

Zykova A.A., student
BMSTU, Faculty «Social Science and Humanities»
zyykovaaa@student.bmstu.ru
Samieva K.N., student
BMSTU, Faculty «Social Science and Humanities»
samievakn@student.bmstu.ru
Supervisor: Bykovskaya L.I., C.Sc.E., Associate Professor
BMSTU, Faculty «Linguistics»

Nowadays, AI (artificial intelligence) begins to seep into many areas of our lives: we even use AI to complete simple tasks that we could handle independently. Uncontrollable introduction of AI-based technologies into our lives can become a real challenge, especially for such an important aspect as social communication.

This kind of social communication problem is clearly demonstrated by the story of Aleksandr Zhadan. Aleksandr decided to use AI to find a girlfriend because he didn't want to waste time on it. AI selected girls on dating site that met Aleksandr's criteria. Then ChatGPT (AI based neural network) began to talk with girls without Aleksandr's participation. If a girl agreed to meet, ChatGPT sent a summary of the dialogue with the girl and her brief description to Aleksandr. As a result, the ChatGPT talked with 5 239 girls. And in the end, Aleksandr chose one of them – Karina, as his girlfriend. They talked online, and only a year later, Karina found out that all this time she had been communicating with an AI. Now they are engaged! It is interesting that exactly ChatGPT suggested Aleksandr to propose to Karina, because she mentioned in the dialogue that «she wants to dance at someone's wedding».

Most people will probably find it unethical to look for the love of their life this way, nevertheless this is a real story that shows how deep AI-based technologies got into our lives. According to the results of the experiment "Human or Not?" where the participants had to guess whether they were talking with a human or a bot, only 60% of the respondents were able to recognize AI in the dialogue.

On the one hand, using artificial intelligence in online social communications is becoming a big challenge. It is hard to understand if you chat to a real person or not, which makes it easier for scammers to trick you into giving away personal information. Also, relying too much on AI to communicate might make us forget how to talk to each other without technology. We could lose the ability to think critically and analyze information, as well as the skill of listening and expressing ourselves. It is also known that AI algorithms learn from a limited set of data and can have biases. AIs are built by a few but used by many, so this can lead to the fact that AI bias could turn into a societal bias. From this position, artificial intelligence can become a means of censoring world public opinion.

On the other hand, the introduction of artificial intelligence into social communications also has some advantages. For instance, AI can boost efficiency in communication, like Aleksandr's story illustrates. AI can automate repetitive tasks such as answering common questions, help streamline complex conversations, summarize lengthy team discussions, rephrase informal language, or adapt your message to a more suitable style. However, these AI features are better suited for professional use, and employing them in personal communication might lead to the problems mentioned earlier.

The topic of the introduction of artificial intelligence into social communications is becoming quite controversial, so a sociological survey was conducted to find out the opinion of society on this issue. According to the survey results, the majority of respondents (38,5%) are rather negative about the introduction of artificial intelligence into social communications. But not many people (33.3%) have tried out AI-powered chat systems themselves for talking to others. Also, almost 62% noted that they do not consider it ethical to communicate with other people using AI-based technologies without them acknowledging. When asked about the negative aspects of the introduction of AI into social communications, almost 80% of respondents replied that they were worried about the risk of Internet

fraud, as well as the loss of people's communication skills. But on the positive side, respondents see AI as a useful tool for choosing topics for discussion and reformulating unclear phrases.

Therefore, introduction of artificial intelligence into social communications is a complex ethical problem to which there is no clear answer yet. Moral issues always have many different sides, and in the case of using AI in communications, this is especially relevant. We need to carefully weigh all possible consequences of such decisions and make sure using AI in social communication does not conflict with the moral principles and values of society. It is important to remember that technology should serve a person, not replace him, and therefore it is necessary to discuss rules and restrictions for the use of AI in communication.

References

1. AI21 Labs concludes largest Turing Test experiment to date. (n.d.). URL: https://www.ai21.com/blog/human-or-not-results (Accessed 12.04.2024).
2. Maiei. Human-AI Interactions and Societal Pitfalls | Montreal AI Ethics Institute. Montreal AI Ethics Institute. URL: https://montrealethics.ai/human-ai-interactions-and-societal-pitfalls (Accessed 01.04.2024).
3. Zhadan A. I proposed to a girl with whom ChatGPT had been communicating for me for a year…. Twitter. URL: https://twitter.com/biblikz/status/1752335415812501757 (Accessed 18.03.2024).

УДК 530.145.1

КВАНТОВАЯ ТЕЛЕПОРТАЦИЯ ЭНЕРГИИ

Климов П.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»

Физики достигли квантового эквивалента создания энергии из ничего. Квантовая телепортация энергии – это новое исследование в области квантовой физики, целью которого является передача энергии между двумя точками с невероятной скоростью, напоминающей телепортацию. Учитывая, что слово «телепортация» чаще ассоциируется с научной фантастикой, чем с реальностью, возникает вопрос: что именно можно считать телепортацией?

Здесь следует выделить как минимум три типа телепортации. Во-первых, телепортация материи, которую часто изображают в научной фантастике. Во-вторых, телепортация информации, эксперименты с которой уже были проведены успешно. И, наконец, телепортация энергии, которую мы рассматриваем. Пожалуй, самым простым способом понять, каким образом это удалось, будет взглянуть на ситуацию глазами ученого, который впервые предложил идею квантовой телепортации энергии.

Этим ученым был японский физик Масахиро Хота, и его рассуждения, основанные на исследованиях проходивших в то время, были довольно простыми. Ученые экспериментировали с так называемым квантовым вакуумом. И хотя вакуум считается пустым, с точки зрения квантовой физики он на самом деле полон квантовых полей, которые постоянно колеблются. Эти колебания придают вакууму минимальное количество энергии, известное как энергия нулевой точки. Состояние такого вакуума называется основным.

В то же время другие эксперименты показали, что можно передавать информацию из одного места в другое, если две частицы запутаны, то есть изменения в одной частице приводят к изменениям в другой запутанной частице практически мгновенно, независимо от расстояния между ними. Более того, исследования показали, что частицы в основном состоянии, как правило, также находятся в состоянии квантовой запутанности.

Масахиро Хота предположил, что вместо попыток извлечь энергию из вакуума, что было бы неэффективно из-за случайного характера квантовых колебаний (затраченная энергия компенсировалась бы полученной), мы могли бы сначала измерить одно поле и записать всю необходимую нам информацию. Это измерение потребовало бы энергии, но теперь эту информацию можно было бы отправить другому человеку, который смог бы использовать наши данные на другом квантово запутанном с изначальным поле, и извлечь из него энергию [1].

В дальнейшем, в 2008 году Масахиро разработал теоретический протокол, который был протестирован только летом 2023 года в ходе эксперимента в Университете Ватерлоо [2]. Команда исследователей разработала эксперимент по телепортации энергии между двумя атомами углерода в квантовом устройстве, используя протокол Хота. Сначала атомы были переведены в основное состояние с минимальной энергией и связаны запутанностью. Затем был добавлен третий атом C, и на атомы A и C был направлен радиоимпульс для измерения положения A и передачи информации. Второй импульс был направлен на B и C для передачи сообщения B и проведения окончательного измерения. В лаборатории этот процесс занял всего 37 миллисекунд, но если бы энергия проходила по этим физическим расстояниям через проводник, это заняло бы целую секунду.

Очевидно, что данная технология представляет большой интерес. Но на самом деле эта телепортация энергии осуществляется в очень малых масштабах и в настоящее время менее эффективна, чем традиционные методы передачи энергии, поэтому она не заменит проводники в ближайшее время. Однако она может быть полезна, например, в нанокомпьютерной инженерии, поскольку позволяет передавать энергию, не занимая места, что является бесценным ресурсом в этой области. Теоретические выводы эксперимента Ватерлоо также имеют большое значение, поскольку они открывают редкую возможность заглянуть в причудливый мир квантовой механики.

Кроме того, в 2016 годув России учредили «Национальную Технологическую Инициативу», целью которой является реализация квантовой телепортации к 2035 году [3]. Среди прочих возможностей, которые открывает это исследование, является программа, направленная на создание квантового интернета.

В заключение следует отметить, что это передовое исследование может оказаться весьма значимым и иметь важное применение в будущем, особенно сейчас, когда успешный эксперимент пролил на него свет. Тем не менее, потребуется более десяти лет, чтобы увидеть, станет ли эта технология реальностью.

Список литературы

1. Rodriguez-Briones N.A., Katiyar H., Martin-Martinez E., Laflamme R. Experimental Activation of Strong Local Passive States with Quantum Information // Physical Review Letters. 2023. V. 130. № 11. pp. 1-2.
2. Wood C. Physicists Use Quantum Mechanics to Pull Energy out of Nothing // Quanta magazine. URL: https://www.quantamagazine.org/physicists-use-quantum-mechanics-to-pull-energy-out-of-nothing-20230222/#. (Дата обращения: 22.02.2023).
3. Национальная Технологияеская инициатива, пилотные проекты, создание безопасных технических средств для квантовых и гибридных потенциально опасных технических систем. URL: https://nti2035.ru/markets/safenet (Дата обращения 01.05.2024).

UDC 530.145.1

QUANTUM ENERGY TELEPORTATION

Klimov P.A., student
BMSTU, Faculty «Power Engineering»
teploobmen@hotmail.com
Supervisor: Bykovskaya L.I., C.Sc.E., Associate Professor
BMSTU, Faculty «Linguistics»

Physicists have achieved the quantum equivalent of creating energy out of nothing. Quantum Energy teleportation is this fascinating new research in the field of quantum physics that aims to transfer energy between two places faster than ever with a process resembling teleportation. Given that the word «teleportation» is more closely associated with science fiction than with reality, the question might arise as to what exactly qualifies as teleportation.

The distinction between at least three types could be made here. First matter teleportation, which is the one that science fiction frequently depicts, followed by information teleportation experimentation which has been successful and energy teleportation the one we're discussing today [1]. And in our view, the simplest approach to understand the feasibility of this concept is to put oneself in the place of the primary scientist who introduced the concept of Quantum Energy Teleportation.

He was this Japanese scientist Masahiro Hota and his reasoning based on research that's been going on at the time was rather simple. Scientists have been experimenting with what is called a quantum vacuum, and even though the vacuum is supposedly empty if you look from the quantum physics perspective it is actually full of Quantum fields that fluctuate, these constant fluctuations imbue the vacuum with a minimum amount of energy known as the Zero Point Energy. Such a vacuum is known as the Ground state.

At the same time, other experiments have shown that you can transfer information from one location to another if two particles are entangled meaning that changes in one particle tend to apply changes in another entangled particle almost instantly regardless of the distance between them. Moreover, the research suggested that particles in the Ground state tend to be entangled.

What Masahiro Hota thought that rather than attempting to extract the energy from a vacuum, which would be ineffective due to the random nature of quantum fluctuations, and energy spent would cancel out with energy gained, we should measure the field in one location and write down the information, that measurement would require energy but we gain useful information that could be sent over to another person in another location, who would then be able to utilize our data because the two locations happen to be entangled [3].

Consequently, Masahiro developed a theoretical protocol in 2008 that would only be put to the test during an experiment at the University of Waterloo in the summer of 2023 [2]. An experiment to teleport energy between two carbon atoms in a quantum device was designed by a team of researchers using Hota's protocol. First, the atoms were put into a minimum energy ground state with entanglement connecting them. Next, a third atom, C, was added, and a radio pulse was fired at both A and C to measure A's position and transfer the information. A second pulse was directed at B and C to transmit the message to B and make a final measurement. In the lab, the technique ran in just 37 milliseconds and if the energy had travelled over these physical distances by a cable, it would have taken a full second

As it can be observed, this technology appears to be rather intriguing. However, in reality, the process of energy teleportation is conducted on a minuscule level and is currently less effective than traditional energy distribution methods, indicating that its substitution for cables is unlikely to happen in the near future. However, nanocomputer engineering is one area where it might be helpful because it enables the conveyance of energy without requiring any space which is an invaluable resource in that field. The theoretical implications of the Waterloo experiment are also significant as it opens up a rare insight into the bizarre world of quantum mechanics.

Furthermore, Russia established a «National Technology Initiative» in 2016 intending to implement quantum teleportation by 2035 [1]. Among other possibilities that the research opens up, the program aims to create a quantum internet.

In conclusion, this cutting-edge research may prove to be quite significant and have major applications in the future. especially now that the successful experiment has shed light on it. Nevertheless, it will require over ten years before we can definitively ascertain the emergence of such technology.

References

1. Национальная Технологическая инициатива, пилотные проекты, создание безопасных технических средств для квантовых и гибридных потенциально опасных технических систем. URL: https://nti2035.ru/markets/safenet (Accessed 01.05.2024).
2. Wood C. Physicists Use Quantum Mechanics to Pull Energy out of Nothing // Quanta magazine. URL: https://www.quantamagazine.org/physicists-use-quantum-mechanics-to-pull-energy-out-of-nothing-20230222/#. (Accessed 22.02.2023).
3. Rodriguez-Briones N.A., Katiyar H., Martin-Martinez E., Laflamme R. Experimental Activation of Strong Local Passive States with Quantum Information // Physical Review Letters. 2023. V. 130. № 11. pp. 1-2.

УДК 004

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БАЗ ДАННЫХ POSGRESQL И MONGODB

Ковалёва Д.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
kovalevada04@gmail.ru
Научный руководитель: Киселёва А.Д., преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Базы данных играют ключевую роль в современном информационном обществе, обеспечивая эффективное хранение, организацию и обработку данных для различных организаций и приложений. Понимание баз данных важно для разработчиков и аналитиков, поскольку позволяет им эффективно моделировать, извлекать и анализировать данные, что, в свою очередь, помогает принимать обоснованные бизнес-решения. Базы данных также являются основой для многих информационных систем, включая CRM (Управление взаимоотношениями с клиентами), ERP (Планирование ресурсов предприятия) и BI (Бизнес-аналитика), что подчеркивает их критическую важность в современном деловом мире. Цель нашего исследования - выявить преимущества и недостатки баз данных PostgreSQL и MongoDB для разработки и определить рекомендации по выбору между ними в зависимости от конкретных нужд и требований проекта. [1]

Это важно, поскольку PostgreSQL и MongoDB являются двумя наиболее популярными реляционными и нереляционными базами данных с открытым исходным кодом. Сравнительный анализ этих двух баз данных полезен разработчикам для выбора подходящей платформы для своих проектов и разработок. Базы данных позволяют эффективно и надежно хранить, организовывать и обрабатывать большие объемы данных, помогая организациям принимать обоснованные решения.

База данных — это организованный набор структурированной информации, которые обычно хранятся в электронном виде в компьютерной системе. Базой данных обычно управляет система управления базами данных (СУБД). СУБД называют системой баз данных или просто базой данных.

Существует множество различных типов баз данных. Выбор оптимальной базы данных для конкретной компании зависит от того, какие данные она будет использовать. Реляционные

базы данных организованы в виде таблиц, состоящих из столбцов и строк. PostgreSQL - это объектно-реляционная система управления базами данных, основанная на POSTGRES, разработанная на факультете компьютерных наук Калифорнийского университета в Беркли. База данных NoSQL, или нереляционная база данных, позволяет хранить и обрабатывать неструктурированные или слабоструктурированные данные. MongoDB - это кроссплатформенная, ориентированная на работу с документами NoSQL -система управления базами данных с открытым исходным кодом, обеспечивающая высокую производительность, доступность и легкую масштабируемость. [2]

Для сравнения баз данных PostgreSQL и MongoDB оценивалось несколько критериев, включая производительность, масштабируемость, уровень поддержки SQL, безопасность данных и экосистему сообщества. Эти критерии были выбраны исходя из их важности для разработчиков при выборе подходящей СУБД для конкретных проектов или приложений, и были даны рекомендации, какие критерии лучше для этих баз данных.

Сравнительная таблица показывает сильные и слабые стороны PostgreSQL и MongoDB по различным критериям, предоставляя ценные сведения для принятия решения при выборе базы данных.

1. Производительность: PostgreSQL обычно демонстрирует высокую производительность при выполнении сложных SQL - запросов и использовании индексов. С другой стороны, MongoDB обеспечивает хорошую скорость чтения и записи благодаря своей гибкой модели документов, хотя производительность может снижаться при выполнении сложных запросов или агрегации. Исходя из этого, PostgreSQL рекомендуется для проектов со сложными запросами и интенсивными операциями чтения/записи, а MongoDB подходит для проектов с большими объемами неструктурированных данных, требующих гибкой схемы данных и горизонтальной масштабируемости.

2. Масштабируемость: PostgreSQL обеспечивает вертикальную масштабируемость за счет добавления ресурсов (CPU, RAM), в то время как MongoDB обеспечивает горизонтальную масштабируемость за счет добавления узлов кластера. В результате PostgreSQL подходит для проектов, где достаточно вертикальной масштабируемости или требуется ограниченная горизонтальная масштабируемость, а MongoDB рекомендуется для проектов, где требуется легкая горизонтальная масштабируемость без ограничений.

3. Поддержка SQL: PostgreSQL обеспечивает полную поддержку SQL, включая транзакции со свойствами ACID, в то время как MongoDB обеспечивает лишь частичную поддержку SQL-операторов и агрегаций, не всегда гарантируя свойства ACID. Таким образом, PostgreSQL подходит для проектов, требующих полной поддержки SQL и свойств ACID, а MongoDB - для проектов, требующих частичной поддержки SQL и гибкости структуры данных.

4. Безопасность данных: PostgreSQL предлагает встроенные механизмы безопасности, такие как контроль доступа на основе ролей и шифрование данных, в то время как MongoDB имеет ограниченные возможности по настройке безопасности и шифрованию данных. Таким образом, PostgreSQL подходит для проектов, где безопасность данных имеет высокий приоритет и требуется гибкая настройка механизмов безопасности, а MongoDB - для проектов, где безопасность данных менее важна или достаточно ограниченных возможностей по настройке безопасности.

5. Сообщество/экосистема: PostgreSQL имеет активное сообщество пользователей и разработчиков, а также широкий спектр инструментов и расширений. MongoDB также имеет большое сообщество пользователей и активную экосистему разработки. В результате PostgreSQL подходит для проектов, где важны наличие широкого сообщества и разнообразных инструментов и расширений, а MongoDB - для проектов, где важны активное развитие экосистемы и гибкая поддержка разнообразных инструментов и расширений.

В заключении, выбор между PostgreSQL и MongoDB зависит от конкретных требований и характера проекта. PostgreSQL хорошо подходит для проектов, требующих поддержки SQL и безопасности данных, в то время как MongoDB предпочтительнее для проектов с большими

объемами неструктурированных данных, требующих легкой горизонтальной масштабируемости и гибкой схемы данных. Понимая эти различия, мы можем помочь в принятии обоснованных решений.

Список литературы

1. Новиков Б.А. Большие данные: аналитические решения, проблемы и тенденции исследования. 2020. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/big-data-analytical-solutions-research-challenges-and-trends/viewer (Дата обращения: 02.05.2024).
2. Абрахам С., Корт Х., Сударшан С. Концепции системы баз данных. 2011. URL: https://amirsmvt.github.io/Database/Static_files/Database_System_Concepts.pdf (Дата обращения: 02.05.2024).

UDC 004

COMPARITIVE ANALYSIS OF POSGRESQL AND MONGODB DATABASES

Kovaleva D.M., student
BMSTU, Faculty «Social Science and Humanities»
kovalevada04@gmail.ru
Supervisor: Kiseleva A.D., Lecturer
BMSTU, Faculty «Linguistics»

Databases play a key role in today's information society, providing efficient storage, organization and processing of data for various organizations and applications. Understanding databases is important for developers and analysts because it allows them to effectively model, extract and analyze data, which in turn helps in making informed business decisions. Databases are also the foundation for many information systems, including CRM (Customer Relationship Management), ERP (Enterprise Resource Planning) and BI (Business Intelligence) systems, emphasizing their critical importance in today's business world. The aim of our research is to identify the advantages and disadvantages of PostgreSQL and MongoDB databases for development and identify recommendations for choosing between them depending on the specific needs and requirements of the project. [1]

This topic is important because PostgreSQL and MongoDB are two of the most popular open source relational and non-relational databases. A comparative analysis of these two databases is useful for developers to choose the right platform for their projects and development. Databases allow large amounts of data to be efficiently and securely stored, organized, and processed to help organizations make informed decisions.

A database is an organized set of structured information or data that is usually stored electronically in a computer system. A database is usually managed by a database management system (DBMS). DBMS is called a database system, or simply a database for short.

There are many different types of databases. Choosing the best database for a particular company depends on how it intends to use the data. Relational databases are organized as tables consisting of columns and rows. PostgreSQL is an object-relational database management system based on POSTGRES, developed at the Computer Science Department at the University of California, Berkeley. A NoSQL database, or non-relational database, allows unstructured or loosely structured data to be stored and processed. MongoDB is an open source, cross-platform, document-oriented NoSQL database management system that provides high performance, high availability, and easy scalability. [2]

Several criteria were evaluated to compare PostgreSQL and MongoDB databases, including performance, scalability, level of SQL support, data security, and community ecosystem. These criteria were chosen based on their importance to developers in choosing the right DBMS for specific projects or applications, and recommendations were made as to which criteria were better for these databases.

The comparison table shows the strengths and weaknesses of PostgreSQL and MongoDB according to various criteria, providing valuable insights for decision making when choosing a database.

1.Performance: PostgreSQL usually exhibits high performance when executing complex SQL queries and using indexes. On the other hand, MongoDB provides good read and write speeds due to its flexible document model, although performance may degrade when running complex queries or aggregations. Based on this, PostgreSQL is recommended for projects with complex queries and intensive read/write operations, while MongoDB is suitable for projects with large amounts of unstructured data that require a flexible data schema and horizontal scalability.

2. Scalability: PostgreSQL offers vertical scalability by adding resources (CPU, RAM) while MongoDB provides horizontal scalability by adding cluster nodes. As a result, PostgreSQL is suitable for projects where vertical scalability is sufficient or limited horizontal scalability is required, while MongoDB is recommended for projects where light horizontal scalability without limitations is required.

3. SQL support: PostgreSQL provides full SQL support, including transactions with ACID properties, while MongoDB provides only partial support for SQL statements and aggregations, not always guaranteeing ACID properties. This makes PostgreSQL suitable for projects that require full SQL support and ACID properties, and MongoDB suitable for projects that require partial SQL support and data structure flexibility.

4. Data Security: PostgreSQL offers built-in security mechanisms such as role-based access control and data encryption, while MongoDB has limited options for security customization and data encryption. This makes PostgreSQL suitable for projects where data security is a high priority and flexible customization of security mechanisms is required, while MongoDB is suitable for projects where data security is less critical or limited security customization is sufficient.

5. Community/Ecosystem: PostgreSQL has an active community of users and developers and a wide range of tools and extensions. MongoDB also has a large user community and an active development ecosystem. As a result, PostgreSQL is suitable for projects where the availability of a broad community and a variety of tools and extensions are important, and MongoDB is suitable for projects where active ecosystem development and flexible support for a variety of tools and extensions are important.

In conclusion, the choice between PostgreSQL and MongoDB depends on the specific requirements and nature of the project. PostgreSQL is well-suited for projects demanding SQL support and data security, while MongoDB is preferred for projects with large volumes of unstructured data, requiring easy horizontal scalability, and flexible data schema. Understanding these distinctions, we can aid in making informed decisions regarding.

References

1. Новиков Б.А. Большие данные: аналитические решения, проблемы и тенденции исследования. 2020. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/big-data-analytical-solutions-research-challenges-and-trends/viewer (Accessed 02.05.2024).

2. Абрахам С., Корт Х., Сударшан С. Концепции системы баз данных. 2011. URL: https://amirsmvt.github.io/Database/Static_files/Database_System_Concepts.pdf (Accessed 02.05.2024).

УДК 316.334.2

ИННОВАЦИИ И ОБЩЕСТВО: КАК РОБОТЫ ИЗМЕНЯТ СОЦИАЛЬНУЮ ЖИЗНЬ

Коршкова А.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
as.korshkova@yandex.ru
Научный руководитель: Наянова М.А., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

В современном мире технологические инновации играют все более значительную роль в нашей повседневной жизни, изменяя общественные отношения и социальные структуры. Одной

из наиболее актуальных тем в контексте инноваций является вопрос о влиянии робототехники на нашу социальную жизнь. С развитием робототехники и искусственного интеллекта возникает вопрос: каким образом роботы изменят наши социальные взаимодействия, образ жизни и культурные ценности? В данной статье мы рассмотрим влияние роботов на нашу социальную жизнь и попытаемся представить возможные сценарии развития общества в контексте роста роботизации и автоматизации.

С появлением все более продвинутых роботов и систем искусственного интеллекта возникает ряд вопросов и проблем, связанных с тем, как эти технологии будут влиять на наши социальные отношения, рабочую среду, образ жизни и культурные нормы. Возникает необходимость изучения и анализа влияния роботов на общественные процессы и принятие мер для адаптации к изменяющейся реальности.

Цель данной работы состоит в исследовании влияния робототехники на социальную жизнь и определении возможных сценариев изменений в обществе в результате внедрения роботов и систем искусственного интеллекта.

О взаимодействии между человеком и роботом, вернее, тогда еще только образом робота, рассуждали еще до появления настоящих, собственно действующих платформ. Сегодня роботы становятся нашей реальностью, а благодаря проникновению технологий в повседневную жизнь усложняется модель отношений человека с машиной.

Робот, согласно Кайснер Эндрю, Раффо Джулио, Вунш-Винсент - автоматическое устройство, предназначенное для осуществления различного рода механических операций, которое действует по заранее заложенной программе [1].

То есть, можно сказать, что это устройство, имитирующее человеческую работу [2]. После этого вывода возникает вопрос «Может ли робот заменить человека?»

Для того, чтобы получить ответ на этот вопрос со стороны общества, мы провели опрос среди участников проекта «Шаг в будущее» и студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Большая часть опрошенных (83%) имеют интересны в технической сфере, а именно робототехники. Сферой интересов 17% респондентов является гуманитарная/юридическая/социальная.

В ходе исследования 47% респондентов в возрасте 14-18 лет согласились с тем, что роботы вскоре могут заменить людей во многих сферах.

Не согласился с этим утверждением 51% в возрастной категории 19-22 года. Остальные 2% затруднились с ответом.

Также выяснилось, что 78% респондентов не опасаются, что роботы могут стать заменой именно в их сфере деятельности. Опасается 21%. Не смог высказать мнение 1%.

Отвечая на вопрос, в каких видах деятельности могли бы быть использованы роботы, 49% назвали освоение космоса, 44% — опасные промышленные производства, 39% — ликвидацию ЧС, 34% — медицинскую диагностику, 27% — сельское хозяйство, 16% — бытовое обслуживание, 11% — научные исследования, 7% — управление общественным транспортом.

Отвечая на вопрос о возможных рисках внедрения роботов в различные сферы жизни респонденты назвали: увеличение безработицы- 32%, изменение образа жизни - 25%, рост зависимости от технологий- 18%, ухудшение условий жизни и работы-15%, этические вопросы и конфиденциальность данных-10%

Исходя из результатов опроса, можно сделать следующие выводы:

1. Интерес к технической сфере, в частности робототехнике, преобладает среди респондентов (83%), в то время как лишь 17% проявляют интерес к гуманитарной, юридической или социальной сфере. Это свидетельствует о высоком уровне заинтересованности молодежи в технологических инновациях.

2. Возрастные различия во взглядах на замену людей роботами: 47% респондентов в возрасте 14-18 лет согласны с утверждением о том, что роботы вскоре могут заменить людей во многих сферах, в то время как 51% респондентов в возрасте 19-22 года не согласны с этим

утверждением. Это может указывать на различия в восприятии технологических изменений в зависимости от возраста.

3. Большинство респондентов (78%) не опасаются, что роботы могут заменить их в сфере деятельности, в то время как 21% проявляют опасения по этому поводу. Это говорит о относительно высоком уровне уверенности в своих профессиональных навыках и способностях. Кроме того, заметна дифференцированность ответов по сфере интересов респондентов, представители технических специальностей в больше части уверены, что роботы не могут заменить их в профессиональной сфере, нежели представители гуманитарной сферы.

4. В отношении сфер деятельности, в которых могли бы быть использованы роботы, респонденты наиболее часто назвали освоение космоса, опасные промышленные производства и ликвидацию чрезвычайных ситуаций. Это указывает на то, что люди рассматривают робота на данный момент жизни как ассистент, который может выполнять трудную, опасную и монотонную работу вместо человека, тем самым помогая ему.

5. Самое главное опасение при вопросе о рисках внедрения роботов в общественную жизнь вызывает потеря рабочих мест (32%) и изменение образа жизни человека (25%)

Таким образом, опираясь на результаты опроса можно сделать вывод, что молодежь проявляет высокий интерес к технологическим инновациям, особенно в области робототехники. Однако существует различия во взглядах на замену людей роботами в зависимости от возраста. Большинство респондентов не опасаются, что роботы могут заменить их в сфере деятельности, но основные опасения связаны с потерей рабочих мест и изменением образа жизни.

Эти данные показывают, что роботы могут значительно изменить нашу социальную жизнь, влияя на рынок труда и образ жизни людей. Важно учитывать эти аспекты при разработке и внедрении робототехники, чтобы минимизировать негативные последствия и максимизировать пользу от инноваций.

Список литературы

1. Кайснер Э., Раффо Д., Вунш-Винсент С. Робототехника: прорывные технологии, инновации, интеллектуальная собственность // Форсайт. 2016. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/robototehnika-proryvnye-tehnologii-innovatsii-intellektualnaya-sobstvennost (Дата обращения: 06.04.2024).
2. Середкина Е.В., Безукладников И.И., Ядова Е.Н. Взаимодействие человека и робота: социально-гуманитарная экспертиза // Социально-гуманитарные знания. 2019. №10. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimodeystvie-cheloveka-i-robota-sotsialno-gumanitarnaya-ekspertiza (Дата обращения: 17.04.2024).

UDC 316.334.2

INNOVATION AND SOCIETY: HOW ROBOTS WILL CHANGE SOCIAL LIFE

Korshkova A.S., student
BMSTU, Faculty «Social Science and Humanities».
as.korshkova@yandex.ru
Supervisor: Nayanova M.A., Senior Lecturer
BMSTU, Faculty «Linguistics»

In today's world, technological innovations play an increasingly significant role in our daily lives, changing social relations and social structures. One of the most relevant topics in the context of innovation is the impact of robotics on our social life. With the development of robotics and artificial intelligence, the question arises: how will robots change our social interactions, lifestyles, and cultural values? In this article, we will look at the impact of robots on our social life and try to present possible scenarios for society in the context of increasing robotization and automation.

With the advent of increasingly advanced robots and artificial intelligence systems, a number of questions and challenges arise regarding how these technologies will affect our social relationships, work environments, lifestyles, and cultural norms. There is an emerging need to study and analyze the impact of robots on social processes and take measures to adapt to the changing reality.

The aim of this article is to investigate the impact of robotics on social life and to identify possible scenarios of changes in society as a result of the introduction of robots and artificial intelligence systems.

The object of the study is robots, artificial intelligence systems

The subject of the study is the specifics of the introduction of robotics in social life

The relevance of this study lies in the need to adapt to new technological realities and to predict possible changes in the social sphere under the influence of robots and artificial intelligence.

The interaction between humans and robots, or rather, the image of a robot at that time, was discussed even before the emergence of real, actually working platforms. Today, robots are becoming our reality, and thanks to the penetration of technology into everyday life, the model of human-machine relations is becoming more complex.

A robot, according to Andrew Kaisner, Giulio Raffo, Wunsch-Vincent [1], is an automatic device designed to perform various kinds of mechanical operations, which acts according to a predetermined program [2].

That is, we can say that it is a device that imitates human work. After this conclusion, the question arises, «Can a robot replace a human?»

In order to get an answer to this question from the society, we conducted a survey among the participants of the project «Step into the Future» and students of Bauman Moscow State Technical University.

Most of the respondents (83%) have interests in the technical sphere, namely robotics. The sphere of interests of 17% of respondents is humanitarian/legal/social.

During the survey 47% of respondents aged 14-18 agreed that robots may soon replace humans in many areas.

51% in the 19-22 age group disagreed with this statement. The remaining 2% found it difficult to answer.

It was also found out that 78% of respondents do not fear that robots may become a substitute in their sphere of activity. 21% are afraid. 1% could not express an opinion.

Answering the question about the types of activities in which robots could be used, 22% named space exploration, 19% - hazardous industrial production, 17% - emergency response, 15% - medical diagnostics, 12% - agriculture, 7% - consumer services, 5% - scientific research, 3% - public transportation management.

Answering the question about possible risks of introducing robots in various spheres of life, the respondents named: increase in unemployment - 32%, change in lifestyle and working environment - 25%, increase in dependence on technology - 18%, improvement of living and working conditions - 15%, ethical issues and data privacy - 10%.

Based on the results of the survey, the following conclusions can be drawn:

1. interest in the technical sphere, in particular robotics, prevails among respondents (83%), while only 17% show interest in the humanitarian, legal or social sphere. This indicates a high level of interest among young people in technological innovation.

2. Age differences in views on replacing humans with robots: 47% of respondents aged 14-18 agree with the statement that robots may soon replace humans in many areas, while 51% of respondents aged 19-22 disagree with this statement. This may indicate differences in perceptions of technological change by age.

3- The majority of respondents (78%) do not fear that robots could replace them in their field of work, while 21% show concern about this. This indicates a relatively high level of confidence in their professional skills and abilities. Besides, there is a noticeable differentiation of answers by the sphere of respondents' interests: representatives of technical specialties are more confident that robots cannot replace them in their professional sphere than representatives of the humanitarian sphere.

4. As for the spheres of activity in which robots could be used, the respondents most often named space exploration, hazardous industrial production and elimination of emergency situations. This indicates that people view a robot at this point in life as an assistant that can do difficult, dangerous and monotonous work instead of a human being, thus helping them.

5. The most important fear when asked about the risks of introducing robots into public life is loss of jobs (32%) and change in human lifestyle (25%).

Thus, based on the results of the survey we can conclude that young people have a high interest in technological innovation, especially in the field of robotics. However, there are differences in views on replacing people with robots depending on age. Most respondents do not fear that robots may replace them in their field of work, but the main concerns are related to job loss and lifestyle changes.

These data show that robots can significantly change our social life by affecting the labor market and people's lifestyles. It is important to consider these aspects when designing and implementing robotics to minimize negative impacts and maximize the benefits of innovation.

References:

1. Кайснер Э., Раффо Д., Вунш-Винсент С. Робототехника: прорывные технологии, инновации, интеллектуальная собственность // Форсайт. 2016. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/robototehnika-proryvnye-tehnologii-innovatsii-intellektualnaya-sobstvennost (Accessed 06.04.2024).
2. Середкина Е.В., Безукладников И.И., Ядова Е.Н. Взаимодействие человека и робота: социально-гуманитарная экспертиза // Социально-гуманитарные знания. 2019. №10. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimodeystvie-cheloveka-i-robota-sotsialno-gumanitarnaya-ekspertiza (Accessed 17.04.2024).

УДК 004

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИПТОТЕХНОЛОГИЙ В МЕТАВСЕЛЕННОЙ

Лавелин С.П., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
lsp22s023@student.bmstu.ru
Сукманов С.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
lsp22s023@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Киселева А.Д. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

В эпоху стремительного развития цифровых технологий актуальность исследования криптотехнологий для применения в метавселенной становится все более значимой. В этом исследовании анализируются технологии, лежащие в основе концепции Web 3.0, и их потенциал для повышения интерактивности и безопасности в метавселенной.

Цель исследования - систематизировать знания о криптотехнологиях, осветив их ключевые особенности и возможности, которые они предоставляют пользователям и разработчикам. Основное внимание уделяется интеграции этих технологий в концепцию метавселенной, что знаменует собой новый этап в эволюции цифровых пространств.

Концепция WEB 3.0 представляет собой эволюцию интернета, в котором информация становится не только доступной, но и более интеллектуальной и контекстуальной.

WEB 3.0 фокусируется на использовании:

-искусственного интеллекта

-распределенных баз данных

-и блокчейна для создания децентрализованных приложений и сервисов, обеспечивающих более высокий уровень безопасности, конфиденциальности и контроля данных.

Сюда же относится концепция «семантической паутины», которая позволяет машинам понимать и интерпретировать контент для предоставления пользователям более релевантных и персонализированных результатов.

ИИ (искусственный интеллект) играет важнейшую роль в развитии Web 3.0. Он привносит инновации и новые возможности в это новое поколение интернета. В рамках Web 3.0 искусственный интеллект используется для создания интеллектуальных систем, которые могут адаптироваться к предпочтениям и потребностям пользователей. Эти системы предоставляют персонализированный контент и улучшают пользовательский опыт. ИИ становится неотъемлемой частью децентрализованных приложений в Web 3.0, обеспечивая более интеллектуальное и персонализированное взаимодействие в интернете.

Криптовалюта — это цифровая или виртуальная форма денег, которая использует шифрование для защиты транзакций и контроля над созданием новых монет. Она работает в децентрализованной сети, называемой блокчейн, которая обеспечивает безопасную среду для транзакций без необходимости в посредниках, таких как банки или государственные органы. Некоторые эксперты считают, что криптовалюта способна произвести революцию в финансовой системе, обеспечив более эффективные и доступные способы оплаты в глобальном масштабе.

Метавселенная, основанная на интернет-технологиях, может способствовать глобальной взаимосвязи между людьми, межкультурному обмену и обмену знаниями, а также разнообразию взглядов. Кроме того, метавселенная предлагает личное виртуальное пространство, где пользователи могут взаимодействовать, сотрудничать и исследовать мир новыми инновационными способами, свободными от ограничений физического мира.

Метавселенная способна породить множество интересных социальных феноменов. Одним из таких феноменов является появление двух различных групп пользователей: «эскапистов» и «мечтателей».

Во времена социальной и экономической нестабильности метавселенная может служить убежищем для эскапистов, давая им утешение и чувство принятия, которое они не могут найти в реальной жизни. Хотя в некоторых случаях такой подход может быть полезен, следует проявлять осторожность, поскольку метавселенная часто предлагает более захватывающий опыт, чем традиционные формы развлечений.

В отличие от них, мечтатели активно работают с метавселенной, применяя ее возможности для развития реального мира. Такой подход делает метавселенную важным инструментом прогресса. Однако стоит помнить, что метавселенная также имеет свои ограничения, поэтому то, что получилось в метавселенной, не всегда может быть спроецировано в реальность и наоборот.

Смарт-контракт — это программный код, написанный на языке Solidity. Он описывает правила продажи, хранения и покупки токена. Благодаря смарт-контрактам все эти процессы становятся автоматизированными. Зачастую даже не нужно встречаться с партнером в определенное время для проведения сделки, достаточно оставить заявку на проведение транзакции или сделки, и партнер в случае согласия, без нашего присутствия в удобное время может принять этот контракт.

В заключение отметим, что, исходя из того, что мы обсудили, сочетание свободы метавселенной и безопасности блокчейна может дать нам мощный набор инструментов для преобразования нашей жизни. Мы надеемся, что исследования в этой области продолжатся, поскольку видим в этих технологиях значительный потенциал для улучшения коммуникации, проведения различных экспериментов и возможности самовыражения [1-3].

Список литературы

1. Hajian A., Daneshgar S., Sadeghi R.K., Ojha D., Katiyar G. From theory to practice: Empirical perspectives on the metaverse's potential. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162524000209 (Дата обращения: 06.06.2024)

2. Hasan H.R., Salah K., Jayaraman R., Yaqoob I., Omar M. NFTs for combating deepfakes and fake metaverse digital contents. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542660524000751 (Дата обращения: 09.06.2024)
3. Ekua A., Saah N., Choi J. Blockchain technology in the AEC industry: Scientometric analysis of research activities URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S235271022300788X (Дата обращения: 10.06.2024)

UDC 004

THE USE OF CRYPTOTECHNOLOGIES IN METAVERSE

Lavelin S.P., student
BMSTU, Faculty «Social and Humanities»
lsp22s023@student.bmstu.ru
Sukmanov S.S., student
BMSTU, Faculty «Social and Humanities»
Supervisor: Kiseleva A.D.
BMSTU, Faculty «Linguistics»

In an era where digital technologies evolve rapidly, the relevance of researching cryptotechnologies for metaverse applications is increasingly significant. This study analyzes these technologies foundational to the Web 3.0 concept and their potential to enhance interactivity and security within the metaverse.

The aim is to systematize knowledge about cryptotechnologies, highlighting their key features and the opportunities they present for users and developers. The focus is on integrating these technologies into the metaverse concept, marking a new phase in digital spaces' evolution.

The concept of WEB 3.0 represents an evolution of the internet, where information becomes not only accessible but also more intelligent and contextual.

WEB 3.0 focuses on using:

-artificial intelligence

-distributed databases

-and blockchain to create decentralized applications and services, ensuring higher levels of security, privacy, and data control.

This also includes the concept of the «semantic web», which enables machines to understand and interpret content to provide more relevant and personalized results for users.

AI (Artificial Intelligence) plays a crucial role in the development of Web 3.0. It brings innovation and new opportunities to this next generation of the internet. Within Web 3.0, AI is used to create intelligent systems that can adapt to users' preferences and needs. These systems provide personalized content and enhance the user experience. AI becomes an essential part of decentralized applications in Web 3.0, ensuring more intelligent and personalized interactions on the internet.

Cryptocurrency is a digital or virtual form of money that uses encryption to secure transactions and control the creation of new coins. It operates on a decentralized network called the blockchain, which provides a secure environment for transactions without the need for intermediaries such as banks or government authorities. Some experts see cryptocurrency as having the potential to revolutionize the financial system by providing more efficient and accessible methods of payment on a global scale.

The metaverse, based on Internet technology, can facilitate a global interconnection between people, cross-cultural and knowledge exchange and diversity of thoughts. Additionally, metaverse offers a personal virtual space, where users can interact, collaborate, and explore in new and innovative ways, free from the constraints of the physical world.

The metaverse has the potential to create a variety of interesting social phenomena. One such phenomenon is the emergence of two distinct groups of users: «Escapists» and «Dreamers».

During times of social and economic instability, the metaverse can serve as a refuge for escapists, providing them with solace and a sense of acceptance that they may not find in real life. While this approach can be beneficial in some cases, caution should be exercised as the metaverse often offers more immersive experiences than traditional forms of entertainment.

In contrast, dreamers take an active approach to the metaverse by applying its possibilities to real-world development. This approach makes the metaverse an important tool for progress. However, it is worth remembering that the metaverse also has its limitations, so what worked in the metaverse can't always be projected into reality and vice versa.

Smart contract is a program code written in the Solidity language. It describes the rules for selling, storing, and purchasing a token. Thanks to smart contracts, all these processes become automated. Often, we do not even need to meet with a partner at the same time to carry out a transaction, just leave a request for a transaction or a deal and the partner in case of consent without our presence at a convenient time can accept this contract.

In conclusion, based on what we have discussed, the combination of metaverse freedom and blockchain security could provide us with a powerful toolkit for transforming our lives. We hope that research in this area continues, as we see significant potential in these technologies for enhancing communication, conducting various experiments, and enabling self-expression [1-3].

References

1. Hajian A., Daneshgar S., Sadeghi R.K., Ojha D., Katiyar G. From theory to practice: Empirical perspectives on the metaverse's potential. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162524000209 (Accessed 06.06.2024)
2. Hasan H.R., Salah K., Jayaraman R., Yaqoob I., Omar M. NFTs for combating deepfakes and fake metaverse digital contents. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542660524000751 (Accessed 09.06.2024)
3. Ekua A., Saah N., Choi J. Blockchain technology in the AEC industry: Scientometric analysis of research activities URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S235271022300788X (Accessed 10.06.2024)

УДК 004.032.26

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В СИСТЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ

Левунов Н.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
Chocojamich@gmail.com
Научный руководитель: Онищенко Н.Е., ст. преподаватель,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Биологические нейронные сети – это популяции или кластеры нейронов, соединенных друг с другом синапсами. Их функция заключается в передаче сигналов и обработке информации. Наиболее ценным преимуществом этих систем является то, что с каждой итерацией они развивают новые связи и становятся более эффективными. Данная способность лежит в основе функционирования человеческого мозга [1].

Искусственные нейронные сети – это запрограммированные модели биологических сетей, изобретенные людьми для выполнения задач, требующих как обработки больших объемов данных, так и высокого потенциала к обучению. Слово «искусственный» в их названии часто опускается, но оно имеет важное значение, поскольку их развитие является первым шагом на пути к созданию полностью автономного искусственного интеллекта.

Принцип работы нейронных сетей основан на алгоритме ввода-вывода. Входные данные должны содержать базу данных или массив референсов, чтобы сеть могла обучиться на их основе и вывести основные закономерности для выполнения задачи. Когда входные данные заданы, с

каждой итерацией процесса обучения сеть пытается приблизиться к заданному примеру и достичь запрограммированной цели, чтобы получить результат на выходе.

Стоит отметить, что они стали широко известны благодаря их использованию в генерации медиафайлов. В настоящее время нейронные сети могут использоваться кем угодно для создания аудио, видео, текстовых файлов, изображений всего лишь по текстовому запросу. Кроме того, некоторые известные во всем мире IT-компании, такие как Open AI, Google и Microsoft, создают собственные сети, что делает данную сферу одной из самых актуальных на сегодняшний день [2].

Другим распространенным применением этой технологии являются системы распознавания. Большинство автопилотов в самоуправляемых электромобилях и беспилотных летательных аппаратах используют распознавание препятствий, основанное на нейронных сетях, для отслеживания маршрута. За последние несколько лет все системы распознавания значительно усовершенствовались и стали привычным явлением в нашей повседневной жизни.

Тем не менее, как и у любого изобретения человека, у нейронных сетей есть несколько спорных недостатков. Во-первых, они сильно зависят от входных данных, поэтому результат не может представлять собой что-то принципиально новое. Во-вторых, без человека, обладающего надлежащими знаниями и навыками промпт-дизайна, конкретный результат практически недостижим, поскольку сети не могут самостоятельно принимать решения. Наконец, при использовании ненадлежащим образом они могут стать мощным инструментом взлома или программным обеспечением для создания фейков [2, 3].

Например, с помощью нейронных сетей любой желающий может подделать медиафайлы любого типа, начиная от эссе и заканчивая заявлением от чьего-либо имени, знаменитости или политика. Кроме того, фейки стали настолько реалистичными, что человек не в состоянии отличить их от оригинала без использования специального программного обеспечения, которое также основано на нейронных сетях, обученных для этой цели.

Несмотря на этот факт, решение для устранения растущего числа уязвимостей существует. Так называемые сети безопасности используются как в Интернете, так и на улицах для защиты людей. Камеры видеонаблюдения могут идентифицировать преступников в общественных местах и немедленно вызвать полицию, используя функцию распознавания лиц, а также Face ID, широко распространенный во всех видах гаджетов, предоставляет доступ к ним только владельцу. Кроме того, безопасность в Сети обеспечивается полностью автоматизированным публичным тестом Тьюринга, позволяющим отличить компьютеры от людей (CAPTCHA), который может отличать активность человека и нейросети. Кроме того, сети для идентификации фейков способны браковать фальсифицированные эссе и видеоролики.

Подводя итог, можно сказать, что данная тема весьма спорная. Некоторые утверждают, что при использовании нейронных сетей люди теряют свою креативность и становятся менее продуктивными. Противоположная точка зрения заключается в том, что искусственный интеллект станет следующей ступенью эволюции, которая сделает человека еще более эффективными и способным к творчеству. В любом случае, человечеству придется столкнуться с кардинальными изменениями нового мира и адаптироваться к ним.

Список литературы

1. Головко В.А., Краснопрошин В.В. Нейросетевые технологии обработки данных: учеб. пособие. Минск: БГУ, 2017. 263 с.
2. Ashish G. Nine Types of Neural Networks: Applications, Pros, and Cons. URL: https://www.knowledgehut.com/blog/data-science/types-of-neural-networks (Дата обращения 12.04.2024)
3. Prajoy P., Subrato B., Rubaiyat H. M., Pinto K.P., Utku K. Artificial Neural Network for Cybersecurity: A Comprehensive Review. URL: https://www.researchgate.net/publication/353053407_Artificial_Neural_Network_for_Cybersecurity_A_Comprehensive_Review (Дата обращения 13.04.2024)

UDC 004.032.26

NEURAL NETWORKS IN SECURITY SYSTEMS

Levunov N.D., student
BMSTU, Faculty «Power Engineering»
Chocojamich@gmail.com
Supervisor: Onishchenko N.E., Senior Lecturer,
BMSTU, Faculty «Linguistics»

Biological neural networks are populations or clusters of neurons connected to each other by synapses. Their function is to conduct signal and process information. The most valuable advantage of these systems is that with each iteration they develop new connections and become more effective. This ability underlies the functioning of the human brain [1].

Artificial neural networks are programmed models of biological networks invented by people in order to perform tasks that require both processing big data and high learning potential. The word artificial in their naming is often omitted but it has a significant meaning because their creation is the first step for developing fully-autonomous artificial intelligence.

The operation principle of neural networks is based on the input-output algorithm. The input should contain a data-base or a reference array for the network to learn from and deduce main patterns of the following task. When the input is set with each iteration of learning process the network tries to perform the closest to the reference and achieve the programmed goal to provide the result in the output.

It is worth noting that they have become widely known due to their use in media files generation. Neural networks nowadays can be used by anyone to create audio, video, text, image files just on text request. Moreover, some of the IT companies famous world-wide such as Open AI, Google and Microsoft develop their own networks which makes this sphere one of the most trending today [2].

Another common application of this technology is recognition systems. Most of the autopilot systems in self-driving electrical cars and drones use obstacle recognition that is based on neural networks for route tracking. Over the past few years all recognition systems have significantly improved and became ordinary in our everyday life.

Nevertheless, as any human invention neural networks have several controversial imperfections. Firstly, they are highly-dependent on the reference which means the result can’t offer something fundamentally new. Secondly, without a human with a proper knowledge and prompt designing skills the particular result is almost unobtainable because they can’t make decisions on their own. Finally, when used for undesirable purposes they can become a powerful hacking tool or a software for creating fakes [2,3].

For example, using neural networks anyone can fake any type of media file starting from an essay and ending with claiming something on behalf of another person, celebrity or politician. Besides, these fakes have become so realistic that a person is unable to distinguish them from the original without using a special software that is also based on neural networks taught for this purpose.

Despite this fact, the solution for growing vulnerabilities is also present. The so-called security networks are used both on the internet and in the streets to ensure people’s safety. Close circuit television (CCTV) cameras can identify criminals in public and call the police immediately using face recognition as well as Face ID widespread in all kinds of gadgets that only grants access to the owner. Furthermore, the safety on the net is provided by Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart (CAPTCHA) that can divide human and network activity. Also, fake identification networks are able to reject falsified essays and videos.

To summarize, the topic is highly controversial. Some claim that using neural networks people will lose their creativity and become less productive. The opposing point is that artificial intelligence is the next step of evolution that will make people even more effective and creative. Anyway, the humanity will have to face dramatic changes of the new world and adapt to them.

References
1. Головко В.А., Краснопрошин В.В. Нейросетевые технологии обработки данных: учеб. Пособие. Минск: БГУ, 2017. 263 с.
2. Ashish G. Nine Types of Neural Networks: Applications, Pros, and Cons URL: https://www.knowledgehut.com/blog/data-science/types-of-neural-networks (Accessed 12.04.2024)
3. Prajoy P., Subrato B., Rubaiyat H. M., Pinto K. P., Utku K. Artificial Neural Network for Cybersecurity: A Comprehensive Review URL: https://www.researchgate.net/publication/353053407_Artificial_Neural_Network_for_Cybersecurity_A_Comprehensive_Review (Accessed 13.04.2024)

УДК 004.8

ЭВОЛЮЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ИГРАХ

Матвеев С.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
stepanmatveev@icloud.com
Пирожков В.Е., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
vadim2013p@gmail.com
Научный руководитель: Кротова Е.М., преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Цель статьи – выяснить, каким образом искусственный интеллект (здесь и далее ИИ) интегрируется в игровую механику, рассмотреть его роль в игровом процессе и на конкретных примерах показать, как ИИ принимает решения.

Искусственный интеллект в компьютерных играх – это набор алгоритмов, управляющих поведением неигровых персонажей (non-playable characters, здесь и далее NPC). Его функция – создавать персонажей, которые ведут себя как настоящие люди, управлять NPC и другими элементами геймплея, а также делать игру интерактивной.

Наиболее популярными типами ИИ являются машинное обучение, глубокое обучение, компьютерное зрение, обработка естественного языка (генерация диалогов) и базовые модели. Как только ИИ получает информацию о действиях игрока, он может выбрать, как себя вести, основываясь на следующих алгоритмах. Во-первых, это алгоритм, основанный на правилах, то есть созданное разработчиками дерево условий, которое регулирует поведение персонажа. Например, если игрок подойдет к животным ближе, чем на 3 метра, животные начнут убегать. На втором месте по распространенности в видеоиграх оказывается конечный автомат (FSM), поскольку в нем прописаны все ситуации, в которые может попасть NPC, и его потенциальная реакция. Например, Monte Carlo Tree Search – это поведенческое дерево, прописывающее все возможные состояния персонажа [1]. В какой-то определенный момент игры ИИ проверяет, где находится NPC, и выбирает реакцию.

Делая экскурс в историю, стоит упомянуть, что в 1950-х годах Алан Тьюринг создал первый в мире ИИ, который оценивал действия на 2 шага вперед, а профессиональные шахматисты могли просчитывать исход партии на 12-14 шагов вперед. Уже в 1970-х годах появился Pong, в котором ИИ управлял ракеткой, а в 1980-х пришло время легендарного Pac-Man. Однако в то время ИИ еще не умел адаптироваться под поведение игроков, и в большинстве игр NPC были просто запрограммированы на конкретное поведение.

Стоит отметить, что цель ИИ в играх состоит в том, чтобы не слишком усложнять игру, а, напротив, давать шанс на победу геймерам-людям, но при этом разнообразить геймплей за счет интерактивности, что наглядно демонстрируют игры разных жанров. Например, ИИ в роли охранника и наблюдателя наглядно иллюстрирует применение техники конуса обзора, или

тактики теней: игрок, находящийся в зеленой зоне, легко отслеживается, а в полосатой зоне видимость затруднена. ИИ, перемещающемуся в пространстве, необходимо иметь информацию об окружающей среде, информацию, содержащуюся в навигационной сетке (navMesh) [2], которая представляет собой специальную карту, показывающую, куда NPC разрешено перемещаться. Например, в Death Stranding NPC понимают, какие пути безопасны, а каких лучше остерегаться. Разработчики использовали систему навигационных полигонов под названием navMesh. Они разделили эти полигоны на группы, включающие зоны разных цветов: синие обозначают легкий путь, желтые – чуть более сложный, а красные – самый трудный. Выявляя наиболее проблемные участки, ИИ может помочь избежать их.

В ситуациях, когда нужно реагировать на действия игрока, используется другой подход. В Just Cause 3 есть система, которая выбирает приоритетные позиции, где NPC могут выполнять свои задачи более эффективно. Выбор позиции зависит от определенных критериев, включая расстояние до цели и союзников, наличие препятствий между мобом и его целью и др.

В последнее время игроки активно используют баги и недочеты в играх. Примером обхода системы могут служить баги в Cuphead. Здесь есть как баги «для развлечения», так и баги, которые могут упростить прохождение игры. Например, на уровне, где задействован гигант Гримногор, при переходе к третьей фазе боя можно выбрать опцию суперудара, которая даст игроку навык перемещаться по карте и обходить препятствия. Еще один хороший пример – ферма мобов в Террарии. Ее принцип основан на системе спавна мобов, в центре которой находится игрок. Согласно прописанному коду генерации, мобы будут появляться за пределами видимой части игрока и сразу же попадать на космическое дно, покрытое лавой.

В заключение можно сказать, что ИИ стал своего рода инструментом для создания нового пиксельного реализма, обеспечивающим интерактивность и безграничные возможности для игроков. Он имеет важнейшую роль в создании нового и захватывающего мира развлечений. С ростом доступности данных и вычислительных мощностей ИИ будет становиться все более совершенным и сможет создавать более захватывающие и персонализированные впечатления для геймеров.

Список литературы

1. Наседкин Д.О. Искусственный интеллект в компьютерных играх // Информационные системы и технологии в образовании, науке и бизнесе: Материалы всероссийской научно-практической конференции (Улан-Удэ, 09–10 июня 2022 года). / Научный редактор А.А. Тонхоноева. Улан-Удэ: Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, 2022. С. 83-88.

2. Фисенко А.Д., Русаков А.М. Обзор алгоритмов, применяемых при разработке взаимодействия агентов на основе методов искусственного интеллекта в компьютерных играх // Наукосфера. 2021. № 4. В. 2. С. 169-176.

UDC 004.8

AI EVOLUTION IN VIDEO GAME INDUSTRY

Matveev S.S, student
BMSTU, Faculty «Robotics and complex automation»
stepanmatveev@icloud.com
Pirozhkov V.E., student
BMSTU, Faculty «Robotics and complex automation»
vadim2013p@gmail.com
Supervisor: Krotova E.M., Lecturer
BMSTU, Faculty «Linguistics»

The article is aimed at exploring when and how artificial intelligence (hereinafter referred to as AI) has integrated into game mechanics, examining its roles in gameplay and showing how AI makes decisions using specific examples.

Artificial intelligence in computer games is a set of algorithms that controls the behaviour of non-player characters (NPCs), its function being to create characters that act like real people; to control NPCs and other gameplay elements and to make the game interactive.

The most popular types of AI are machine learning, deep learning, computer vision, natural language processing (dialogue generation), and basic models. As soon as AI gets information about the player's actions, it can choose how to behave basing on the following algorithms. First, rule-based algorithm, i.e. a condition tree created by developers that regulates simple character's behaviour. For example, if a player gets to the animal closer than 3 metres, that animal will start running away. Second, finite-state machine (FSM) turns to be the most common algorithm in video games as all the situations an NPC may be involved in and its potential response are prescribed. For instance, Monte Carlo Tree Search (MCTS) is a behavioral tree prescribing all possible character states [1]. At some definite moment in the game, AI checks where the NPC is and selects responses.

Having an insight into the history, first, it is necessary to mention that in the 1950s, Alan Turing created the world's first AI that estimated actions 2 steps ahead, while professional chess players could determine the endgame up to 12-14 steps ahead. In the 1970s already, there appeared Pong AI where artificial intelligence controlled the racket, and in the 1980s the time of the legendary Pac-Man came. However, at that time AI was not yet able to adapt to the players' behaviour, and in most games, NPCs were just programmed to behave in a specific way.

It is worth mentioning that AI in games is not to complicate the game too much, and it shall give human gamers a chance to win, but at the same time, diversify gameplay through interactivity, which is exemplified by games of different genres. For example, AI being a guard and an observer is clearly illustrated by vision cone, or shadow tactics, a player being in the green zone easily traced, while in the striped zone, visibility being obstructed. AI moving in space, it is essential for the player to have information about the environment [2], information contained in the navigation mesh (navMesh), which is a special map that shows where NPCs are allowed to move. For example, in Death Stranding, NPCs understand which ways are safe and which are better to watch out. The developers used a system of navigational polygons called navMesh. They divided these polygons into groups including zones of different colours: blue denoting an easy path, yellow zones being a little bit more difficult to pass, and red zones being the hardest path. Being able to identify the most problematic areas, AI can help avoid them.

In the situations player's actions shall be responded, another approach is to be used. In Just Cause 3 there is a system that selects priority positions where NPCs can perform their tasks more effectively. Positioning depends on specific criteria, including distance from the target and allies, obstacles between the mob and its target, etc.

Recently, players have been actively using bugs and flaws in games. An example of bypassing the system can be bugs in Cuphead. There are both bugs «for fun» and bugs that can simplify the playthrough. For example, at the level the giant Grimnogor is involved, during the transition to the third

phase of the battle, a super strike option chosen, the player is given the skill to fly around the map and circumvent the obstacles. Another good example is a mob farm in Terraria. Its principle is based on the spawn mob system, with the player in the center. According to the generation code prescribed, mobs will appear outside the player's visible part and immediately hit space lava-covered bottom.

In conclusion, AI has become a kind of a tool to create a new pixel realism, the instrument to provide interactivity and infinite opportunities for gamers. It plays a crucial role in creating new and exciting entertainment world. With the increasing availability of data and processing power, AI will become more advanced and will be able to create more immersive and personalized experiences for gamers.

References:

1. Наседкин Д.О. Искусственный интеллект в компьютерных играх // Информационные системы и технологии в образовании, науке и бизнесе: Материалы всероссийской научно-практической конференции (Улан-Удэ, 09–10 июня 2022 года) / Научный редактор А.А. Тонхоноева. Улан-Удэ: Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, 2022. С. 83-88.
2. Фисенко А.Д., Русаков А.М. Обзор алгоритмов, применяемых при разработке взаимодействия агентов на основе методов искусственного интеллекта в компьютерных играх // Наукосфера. 2021. № 4. В. 2. С. 169-176.

УДК 535.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПА ФЕРМА

Нефёдов И.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
ilyaniafiodau@mail.ru
Научный руководитель: Капранова Л.В., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

С момента своего изобретения в 1960 году лазер (от англ. «***L***aser ***A***mplification by ***S***timulated ***E***mission of ***R***adiation») нашел применение в самых разных областях техники, включая бытовую электронику, средства связи, аддитивное производство и т.д. Различные области применения приводят к разнообразию сред, в которых распространяется лазерный луч, что требует адаптации математических моделей к конкретным условиям. Исследование единых принципов распространения света, общих для различных типов сред, имеет первостепенное значение, поскольку они приводят к существенной оптимизации моделирования.

Принцип Ферма, также известный как принцип наименьшего времени, является одним из таких принципов. Он гласит, что *свет проходит между двумя точками по пути, который требует наименьшего времени по сравнению со всеми другими близлежащими траекториями*. Принцип Ферма позволяет предсказать траекторию света в любой оптической среде. Кроме того, он дает ответ на вопрос, почему свет распространяется по прямой траектории в оптически однородной среде, почему луч преломляется и отражается на границе сред с разными показателями преломления и т.д. Ответ заключается в том, что данная траектория соответствует минимальному времени.

Целью работы является исследование искривления света в оптически неоднородной среде с точки зрения принципа Ферма. Материалы, использованные в исследовании, включают лазеры различной мощности и длины волны, сахарный раствор, кювету с водой, кипятильники, ИК-нагреватель, ИК-лампу, линейку, мензурку, весы, тонкую трубку. В ходе исследования были применены как теоретические, так и практические методы исследования, такие как наблюдение, анализ данных, гипотеза, эксперимент.

На практике существует два способа получения неоднородной оптической среды: путем создания градиента температуры и путем создания градиента плотности. Из-за малой высоты резервуара для воды (кюветы), используемого в экспериментах, было невозможно получить температурный градиент, достаточный для того, чтобы вызвать искривление света. Поэтому был выбран второй вариант. Заполняя резервуар для воды сахарным раствором через тонкую трубку со дна кюветы, мы получили градиент оптической плотности в среде. Таким образом, оптическая плотность в резервуаре уменьшалась с высотой, в результате чего лазерный луч, направленный вверх от линии дна резервуара, искривлялся вниз.

Эксперимент показал, что в среде с градиентом показателя преломления траекторию луча можно сравнить с аркой циклоиды. Проверяя эту гипотезу, мы рассмотрели задачу послойного преломления света в среде с градиентом показателя преломления. Интерпретация результатов эксперимента оказалась корректной: мы получили математическую модель, основанную на законе Снеллиуса и принципе Ферма, которая показывает, что траектория света в среде с градиентом показателя преломления действительно является циклоидой.

Известно, что в гравитационном поле твердое тело, движущееся при спуске из одной точки в другую, достигает цели за наименьшее время тогда и только тогда, когда его траектория представляет собой брахистохронную кривую. Поскольку целевая точка для твердого тела соответствует минимальной полной потенциальной энергии, к которой стремятся все системы, крайне важно, чтобы из всех возможных путей, соединяющих точки, тело двигалось по брахистохронной кривой. Это позволит системе за наименьшее время достигнуть состояния минимальной потенциальной энергии. Так как кривая брахистохроны представляет собой циклоиду, точно так же, как траектория луча в среде с градиентом показателя преломления, можно предположить, что существует особая аналогия между оптикой и механикой с точки зрения принципа наименьшего времени. И твердое тело, и свет движутся по циклоидальным траекториям, следуя принципу Ферма.

Установленная аналогия является перспективной для моделирования сложных систем. Поскольку принцип Ферма легко переводится в алгоритм программного обеспечения для симуляции физических процессов, практическая значимость находит место в таких областях, как волоконная оптика, проектирование линз с переменным фокусным расстоянием, системы связи, навигационные системы, сейсморазведка и разработка концепций, таких как лазерные двигатели для космических аппаратов.

В заключение стоит сказать, что результаты данного исследования включают в себя экспериментальное наблюдение арки циклоиды в траектории лазерного луча в среде с градиентом показателя преломления. Для обоснования вышеупомянутого экспериментального результата была предложена математическая модель, основанная на принципе Ферма. Была также предложена оптико-механическая аналогия, основанная на экспериментах с брахистохронной кривой. Данная аналогия является перспективной с точки зрения оптимизации моделирования сложных систем.

Список литературы

1. Мякишев Г.Я. Принцип Ферма // Квант. 1970. № 11. С. 17 – 23.
2. Наливайко В.П. Миражи на лабораторном столе // Исследователь. 2013. № 5. С.34 – 36.
3. Майер В.В. Свет в оптически неоднородной среде: учебные исследования. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2007. С. 130 – 139.

UDC 535.1

THE RESEARCH ON FERMAT'S PRINCIPLE

Nefiodov I.I., student
BMSTU, Faculty «Special Machine Building»
ilyaniafiodau@mail.ru
Supervisor: Kapranova L.V., Senior Lecturer
BMSTU, Faculty «Linguistics»

Since its invention in 1960, the laser (short for "***L***aser ***A***mplification by ***S***timulated ***E***mission of ***R***adiation") has come into its own in highly varied branches of technology, be it consumer electronics, communications, or additive manufacturing. Different applications lead to a diversity of media the light propagates in, calling for adjusting mathematical models to the specific circumstances. The investigation of the unified principles of light propagation, common for different types of medium, is of paramount importance, since they lead to huge modelling optimization.

Fermat's principle, also known as the least time principle, comes across as one of such principles. It states that, *light travels between two points along the path that requires the least time, as compared to other nearby paths*. Fermat's principle lets one predict light trajectory in *any* medium, however complex it is. Furthermore, it gives the answer to why light travels along a straight path in homogeneous medium, why it refracts and reflects at the boundary of media with different refractive indices, etc. The answer is, the following trajectory corresponds to the minimum time.

The research objective of this paper is to do research on light bending in an inhomogeneous medium, which is known as a vivid optical phenomenon influenced by Fermat's principle. The materials used in the research include lasers of different power and wavelengths, sugar solution, cuvette with water, boilers, IR heater, IR lamp, ruler, beaker, scales, thin tube. During the study, both theoretical and practical research methods were applied, such as observation, data analysis, hypothesis, experiment.

In practice, there are two ways to obtain inhomogeneous optical medium: by creating a density gradient, and by creating a temperature gradient. Due to the low height of the water tank (cuvette) used in the experiments, obtaining a temperature gradient, sufficient enough to make light bend, was not possible. Therefore, the former option was chosen. By filling up the water tank with sugar solution through a thin tube from the bottom of the cuvette, the optical density gradient in the medium was obtained. Thus, optical density in the tank decreased with height, making laser light pointed up from the bottom line of the tank curve down.

The experiment shows that, in a medium with a refractive index gradient, light trajectory may be compared to a cycloid arch. Testing the hypothesis, we have studied the problem of layer-by-layer light refraction in a medium with a refractive index gradient, which is the case in our experiment. The experimental result interpretation proved to be correct; accordingly, we have introduced a mathematical model based on Snell's law and Fermat's principle showing that light trajectory in a medium with a refractive index gradient is a cycloid, indeed.

It is a matter of fact, that in a gravitational field, a solid body descending from one point to another reaches the target within the least time, if and only if its trajectory is a brachistochrone curve. As far as the target point for the solid body corresponds to the minimum total potential energy, which is the state all systems seek, it is crucial that, out of all possible paths connecting the points, the body should travel along the brachistochrone curve. It lets the body get in the state of the minimum total potential energy within the least time. Since the brachistochrone curve is a cycloid, just like the light path in a medium with a refractive index gradient, we may put forward that there is a special analogy between optics and mechanics in terms of the least time principle. Both, solid body and light, travel along cycloid-paths, following Fermat's principle.

The established analogy is promising in complex systems modelling. As long as Fermat's principle is easily put into the source code for simulation programs, the list of the applications takes in fields, such as fiber optics, varifocal lens design, communications systems, navigation systems, seismic imaging, and developing concepts, such as laser propulsion for spacecrafts.

In conclusion, the findings of this research include experimental observation of a cycloid arch in the light trajectory in a medium with a refractive index gradient. A mathematical model based on Fermat's principle was introduced to show the aforesaid experimental result. An optico-mechanical analogy was introduced based on experiments with a brachistochrone curve. The analogy is promising in terms of optimizing complex systems modelling.

References

1. Мякишев Г.Я. Принцип Ферма // Квант. 1970. № 11. С. 17 – 23.
2. Наливайко В.П. Миражи на лабораторном столе // Исследователь. 2013. № 5. С.34 – 36.
3. Майер В.В. Свет в оптически неоднородной среде: учебные исследования. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2007. С. 130 – 139.

УДК 316.77

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ КАК ИНСТРУМЕНТА ПОЛИТИЧЕСКОЙ КОММУНИКАЦИИ

Омарова А.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
lya.om@yandex.ru
Семянова Е.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
liza777sem@icloud.com
Научный руководитель: Куняева М.Ю., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

Согласно результатам ежегодного глобального исследования состояния цифровой сферы «Digital 2024: Global Overview Report», за последнее десятилетие количество пользователей социальных сетей увеличилось в 3,3 раза [2]. Платформы социальных сетей с каждым годом приобретают все большую популярность, становясь глобальным инструментом коммуникации, распространяющимся и на сферу политики. Политическая повестка становится все более заметной в социальных сетях.

Политическая система общества определяется как комплекс государственных институтов, политических партий, общественных организаций, в рамках которого происходит политическая жизнь общества и осуществляется государственная и общественная власть [1]. Политика не может существовать без коммуникационных процессов. Политическая коммуникация – это социально-информационное пространство политики, включающее процессы информационного обмена. С помощью политической коммуникации происходит политическая социализация путем вовлечения индивидов в систему политических отношений.

В первую очередь социальная сеть – это социальная структура, состоящая из групп узлов, представляющих социальные объекты (группы, индивиды, организации) и связи между ними (социальные взаимоотношения). В настоящее время социальная сеть представляет собой веб-сервис, позволяющий пользователям создавать профили, устанавливать социальные связи и обмениваться контентом. Ключевой особенностью социальных сетей является возможность передачи сообщений из одной социальной сети в другую. Когда сообщение поступает в одно сообщество в социальной сети, оно изначально распространяется на другие сообщества внутри этой же сети, после чего пользователи могут передать его в другую социальную сеть.

В настоящее время социальные сети стали важнейшим инструментом политических кампаний, позволяя кандидатам охватывать более широкий круг избирателей. Они также предоставили гражданам доступ к политической информации, что позволило им участвовать в демократическом процессе новыми и значимыми способами. Однако социальные сети также

создали новые вызовы и риски для политической коммуникации, включая распространение дезинформации, политическую поляризацию и манипулирование общественным мнением.

При выборе социальной сети для политической коммуникации важно учитывать ее характеристики. Эксперты утверждают, что ценность сети возрастает с увеличением числа ее элементов. Более того, если эти элементы могут объединяться в сообщества, ценность увеличится экспоненциально. Это означает, что социальные сети являются более ценным инструментом коммуникации, чем традиционные средства массовой информации. Социальные сети обеспечивают двустороннюю связь, повышая эффективность политических процессов.

В ходе исследования авторами сформулирован ряд рекомендаций по использованию социальных сетей как инструмента политической коммуникации. Важно учитывать, что социальная сеть является системой сообществ. Для каждого сообщения необходимо определить целевую аудиторию. От целевой аудитории и конкретных целей коммуникации будет зависеть и выбор социальной сети. Отбор контента для информационных сообщений следует проводить с учетом системы ценностей конкретного сообщества в социальной сети. Важно иметь инструмент для оценки эффективности каждого отправленного информационного сообщения. Эти рекомендации следует учитывать при разработке контент-плана. Контент-план должен учитывать активность трансляции всех смыслов сообщений, передаваемых для целевой аудитории по всем доступным каналам коммуникации.

Таким образом, распространение платформ социальных сетей трансформировало пространство политической коммуникации. Несмотря на то, что эти платформы предоставляют такие преимущества, как повышение вовлеченности избирателей и широкий доступ к политической информации, они также создают такие проблемы, как дезинформация и политическая поляризация. Для эффективного использования потенциала социальных сетей в политической коммуникации крайне важно понимать характеристики платформ социальных сетей, учитывать целевую аудиторию и разрабатывать всесторонний контент-план, соответствующий ценностям сообщества и целям коммуникации. Использование социальных сетей политическими акторами способствует более эффективному взаимодействию с аудиторией и повышению качества политической коммуникации.

Список литературы

1. Бондарь Н.Н. Политическая система: понятие, сущность, структура, функции // Общество и право. 2012. № 5. С. 59-61.
2. Digital 2024: Global Overview Report // DataReportal. 2024. URL: https://datareportal.com/reports/digital-2024-global-overview-report (Дата обращения: 03.04.2024).
3. Theocharis Y., Boulianne S., Koc-Michalska K., Bimber B. Platform affordances and political participation: how social media reshape political engagement. // West European Politics. 2022. DOI: https://doi.org/10.1080/01402382.2022.2087410.

UDC 316.77

USAGE OF SOCIAL MEDIA AS A TOOL FOR POLITICAL COMMUCINATION

Omarova A.M., student
BMSTU, Faculty «Social Science and Humanities»
lya.om@yandex.ru
Semyanova E.A., student
BMSTU, Faculty «Social Science and Humanities»
liza777sem@icloud.com
Supervisor: Kunyaeva M.Y., Senior Lecturer
BMSTU, Faculty «Linguistics»

According to the results of the annual global survey on the state of the digital sphere "The Digital 2024: Global Overview Report", the number of social media users has increased by 3.3 times over the past decade [2]. Based on the research findings, social media platforms are gaining popularity each year, becoming a global communication tool that extends to the realm of politics. The political agenda is becoming more prominent in social networks.

The political system of society is defined as a complex of state institutions, political parties, public organizations, within which the political life of society takes place, and state and public power are exercised [1]. Politics cannot exist without communication processes. Political communication is a socio-informational space of politics, comprising processes of information exchange, where political socialization occurs through involving individuals in the system of political relations.

First and foremost, a social network is a social structure consisting of groups of nodes that represent social entities (groups, individuals, organizations) and connections between them (social relationships). Currently, a social network is a web service that allows users to create profiles, engage in social connections, and share content. A key feature of social networks is the ability for messages to migrate from one social network to another. When a message enters one community in a social network, it initially spreads to other communities within the same network before it can be transmitted by users to a different social network.

Currently, Social networks have become a vital tool in political campaigns, allowing candidates to reach voters on a scale previously unimaginable. They have also provided citizens with unprecedented access to political information, enabling them to participate in the democratic process in new and significant ways. However, social networks have also brought new challenges and risks to political communication, including the spread of misinformation, political polarization, and manipulation of public opinion.

It is important to consider the characteristics of social networks when choosing which one to use for political communication. Experts claim that the value of a network increases with the number of its elements. Moreover, if these elements can come together to form communities, the value will increase exponentially. This means that social networks are a more valuable communication tool than traditional mass media. Social networks provide two-way communication, making political processes more efficient.

After conducting our research, authors have formulated several recommendations on using social networks as a tool for political communication. It is critical to consider that a social network is structured as a community system. For each message, the target audience needs to be identified. The choice of a social network will also depend on the target audience and the specific communication goals. The selection of content for informational messages should be done considering the value system of the specific community within the social network. It is important to have a tool to evaluate the effectiveness of each information message sent. These recommendations should be taken into account when developing a content plan. The content plan should consider the active transmission of all message meanings conveyed to the target audience across all available communication channels.

In conclusion, the proliferation of social media platforms has transformed the landscape of political communication. While these platforms offer benefits such as increased voter engagement and

access to information, they also present challenges such as misinformation and political polarization. To effectively harness the power of social media for political communication, it is crucial to understand the characteristics of these platforms, consider the target audience, and develop a comprehensive content plan that aligns with the community values and communication goals. By embracing strategic use of social media, candidates and political entities can engage with constituents more effectively and foster informed political discourse.

References

1. Бондарь Н.Н. Политическая система: понятие, сущность, структура, функции // Общество и право. 2012. № 5. С. 59-61.
2. Digital 2024: Global Overview Report // DataReportal. 2024. URL: https://datareportal.com/reports/digital-2024-global-overview-report (Accessed 03.04.2024).
3. Theocharis Y., Boulianne S., Koc-Michalska K., Bimber B. Platform affordances and political participation: how social media reshape political engagement. // West European Politics. 2022. DOI: https://doi.org/10.1080/01402382.2022.2087410.

УДК 331.5

ОНЛАЙН-РЕКРУТИНГОВАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СТУДЕНТОВ

Фалалеева Е.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
lisa.laykova@inbox.ru
Якимова А.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
Allya.yaki.04@mail.ru
Научный руководитель: Куняева М.Ю., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лингвистика»

В условиях современного стремительно развивающегося рынка труда переход от обучения к трудоустройству зачастую может оказаться сложным для студентов. Осознавая этот недостаток, авторами было разработано решение – онлайн-платформа для поиска работы, предназначенная специально для перспективных студентов.

Традиционные платформы для поиска работы в основном предназначены для опытных специалистов, игнорируя специфические потребности студентов. Недавнее исследование, проведенное среди соискателей в России, показало, что 25% из них оказываются на должностях, не связанных с их специальностью, в основном из-за нехватки подходящих вакансий, соответствующих их уровню опыта и знаний [2]. Эта статистика подчеркивает острую необходимость создания специализированной платформы, отвечающей уникальным требованиям студентов, выходящих на рынок труда.

Цель данного проекта – разработать платформу, которая поможет решить проблему трудоустройства студентов.

Во-первых, одним из главных препятствий для студентов являются жесткие требования работодателей, которые часто требуют наличия большого опыта работы и готовности работать полный рабочий день. Это представляет собой серьезный барьер для студентов, которые стремятся попасть в выбранную ими область, но не имеют необходимой профессиональной подготовки.

Во-вторых, несоответствие между теоретическими знаниями, полученными в учебных заведениях, и практическими навыками, востребованными работодателями, увеличивает разрыв между академическими и промышленными кругами. Хотя студенты могут преуспевать в академической среде, им часто трудно применять свои знания в рабочих условиях. Этот разрыв

не только препятствует их трудоустройству, но и подрывает соответствие их образования требованиям рынка труда.

Решая эти основные проблемы, данная платформа стремится предоставить студентам необходимые ресурсы, поддержку и возможности для трудоустройства. Благодаря индивидуальным решениям, включающим целевые программы развития навыков, практическое обучение и возможности налаживания контактов, авторы стремятся дать студентам возможность уверенно ориентироваться на рынке труда и найти работу, соответствующую их карьерным устремлениям.

Разрабатываемая платформа имеет преимущества для обеих сторон. Студентам она дает возможность сформировать свое портфолио и приобрести ценный опыт. Работодатели, в свою очередь, получают доступ к большому количеству талантливых и перспективных специалистов.

Авторами данной платформы предложен оптимизированный и интуитивно понятный интерфейс, разработанный с учетом потребностей как студентов, так и работодателей, способствуя беспрепятственному взаимодействию и сотрудничеству.

Итак, для студентов авторами предложены следующие преимущества:

Создание профиля: Студенты имеют возможность создавать подробные профили, отражающие их навыки, квалификацию, академическую подготовку и карьерные устремления.

Изучение проектов: на платформе представлен широкий спектр проектов, охватывающих различные отрасли, дисциплины и уровни квалификации. Студенты могут просматривать эти проекты, фильтруя их по таким критериям, как область обучения, местоположение, продолжительность и требуемые навыки. Благодаря такому подбору студенты могут найти возможности, которые отвечают их интересам и соответствуют их карьерным целям.

Прямое применение: выявив интересующие проекты, студенты могут подать заявку непосредственно через платформу. Они могут адаптировать свои заявки к каждому проекту, подчеркивая соответствующий опыт, навыки и мотивацию.

С другой стороны, авторами предложены следующие преимущества и для работодателей:

Размещение проектов: работодатели имеют возможность размещать подробные описания проектов с указанием целей, объема, требований и ожидаемых результатов. Эти описания дают студентам ценную информацию о характере проектов и навыках, необходимых для успешного участия в них.

Отбор кандидатов: работодатели могут просмотреть заявки от заинтересованных студентов и выбрать наиболее подходящих кандидатов, основываясь на их квалификации, опыте и соответствии требованиям проекта. Платформа предлагает инструменты для эффективной оценки кандидатов, что позволяет работодателям принимать обоснованные решения и создавать высокоэффективные проектные команды.

Общение и сотрудничество: на протяжении всего процесса найма платформа обеспечивает бесперебойную связь и сотрудничество между работодателями и студентами. Работодатели могут общаться с соискателями, уточнять детали проекта, проводить собеседования и оставлять отзывы – все это в рамках интегрированной системы обмена сообщениями.

Поскольку около 70% безработных студентов в России не могут найти подходящую работу, спрос на данную платформу очевиден. Обеспечивая связь между образованием и трудоустройством, целью проекта является возможность реализовать свои карьерные цели студентов и внести значимый вклад в трудовую деятельность.

Используя технологии и инновации, мы стремимся создать будущее, в котором каждый студент будет иметь доступ к значимым возможностям трудоустройства в выбранной им области.

Список литературы
1. Cali G., Bivolaru, I. Ivan P. Comparative Analysis of the Online Recruiting Platforms using Utility-related Factors. // Informatică Economică. 2016. № 20. pp. 15–23. DOI: https://doi.org/10.12948/issn14531305/20.2.2016.02.
2. Федотова Е. (2021, Сентябрь, 6). Почему так много россиян работают не по специальности. Ведомости. URL: https://www.vedomosti.ru/career/articles/2021/09/06/885470-rabotayut-spetsialnosti. (Дата обращения: 01.05.2024).
3. Rosoiu O., Popescu C. E-recruiting Platforms: Features that Influence the Efficiency of Online Recruitment Systems. // Informatică Economică. 2016. № 20. pp. 46–55. DOI: https://doi.org/10.12948/issn14531305/20.2.2016.05.

UDC 331.5

ONLINE RECRUITING PLATFORM FOR PROMISING STUDENTS

Falaleeva E.V., student
BMSTU, Faculty «Social Science and Humanities»
lisa.laykova@inbox.ru
Jakimova A.I., student
BMSTU, Faculty «Social Science and Humanities»
Allya.yaki.04@mail.ru
Supervisor: Kunyaeva M.Y., Senior Lecturer
BMSTU, Faculty «Linguistics»

In today's fast-paced labor market, the transition from education to employment can often be difficult for students. Recognizing this shortcoming, authors have developed a solution – an online job search platform designed specifically for prospective students.

Traditional job search platforms mainly cater to experienced professionals, ignoring the specific needs of students. A recent study conducted among job seekers in Russia showed that 25% of them end up in positions unrelated to their specialty, mainly due to a lack of suitable vacancies that match their level of experience and expertise [2]. These statistics underscore the critical need for a specialized platform that meets the unique requirements of students entering the job market. The goal of the project is to develop a platform that will help solve the problem of student employment.

Firstly, one of the main barriers for students is the stringent requirements of employers, who often require extensive work experience and a willingness to work full-time. This presents a major barrier for students who aspire to enter their chosen field but lack the necessary professional training.

Second, the mismatch between the theoretical knowledge acquired in academic institutions and the practical skills demanded by employers widens the gap between academia and industry. While students may thrive in an academic environment, they often find it difficult to apply their knowledge in a work environment. This gap not only hinders their employability, but also undermines the relevance of their education to the labor market.

By addressing these core challenges, this platform aims to provide students with the resources, support, and employability they need. Through customized solutions that include targeted skill development programs, hands-on training and networking opportunities, auhors aim to empower students to confidently navigate the job market and find a job that matches their career aspirations.

Developing platform has benefits for both parties. For students, it gives them the opportunity to build their portfolio and gain valuable experience. Employers, in turn, get access to a large pool of talented and promising professionals. Proposed platform offers an optimized and intuitive interface designed to meet the needs of both students and employers, facilitating seamless interaction and collaboration.

So, to be more specific, here are the benefits offered for students:

Profile creation: students have the ability to create detailed profiles that reflect their skills, qualifications, academic background and career aspirations.

Explore Projects: the platform features a wide range of projects across a variety of industries, disciplines and skill levels. Students can browse these projects by filtering them based on criteria such as area of study, location, duration and skills required. Through this selection, students can find opportunities that match their interests and align with their career goals.

Direct application: by identifying projects of interest, students can apply directly through the platform. They can tailor their applications to each project, emphasizing relevant experience, skills and motivation.

And on the contrary, here are the benefits offered for employers:

Posting projects: employers have the opportunity to post detailed project descriptions with objectives, scope, requirements and expected outcomes. These descriptions provide students with valuable information about the nature of the projects and the skills needed to successfully participate in them.

Candidate Selection: employers can review applications from interested students and select the most suitable candidates based on their qualifications, experience and fit with the project requirements. This platform offers tools to effectively evaluate candidates, allowing employers to make informed decisions and build high-performing project teams.

Communication and Collaboration: throughout the hiring process, current platform ensures seamless communication and collaboration between employers and students. Employers can communicate with applicants, clarify project details, conduct interviews and leave feedback - all within an integrated messaging system.

With around 70% of unemployed students in Russia unable to find a suitable job, the demand for the platform is clear. By providing a link between education and employment, the aim is to enable students to realize their career goals and make a meaningful contribution to the workforce.

Using technology and innovation, our aim to create such future where every student has access to meaningful employment opportunities in their chosen field.

References

1. Cali G., Bivolaru, I. Ivan P. Comparative Analysis of the Online Recruiting Platforms using Utility-related Factors. // Informatică Economică. 2016. № 20. pp. 15–23. DOI: https://doi.org/10.12948/issn14531305/20.2.2016.02.

2. Федотова Е. (2021, Сентябрь, 6). Почему так много россиян работают не по специальности. Ведомости. URL: https://www.vedomosti.ru/career/articles/2021/09/06/885470-rabotayut-spetsialnosti. (Accessed 01.05.2024).

3. Rosoiu O., Popescu C. E-recruiting Platforms: Features that Influence the Efficiency of Online Recruitment Systems. // Informatică Economică. 2016. № 20. pp. 46–55. DOI: https://doi.org/10.12948/issn14531305/20.2.2016.05.

РАЗДЕЛ «МЫТИЩИНСКИЙ ФИЛИАЛ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА»

СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

УДК 551.508.951

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И ОТОБРАЖЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА

Попова В.С., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
veronikaperezz@mail.ru
Научный руководитель: Поленов Д.Ю., к.т.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Углекислый газ не имеет специфического запаха и внешних признаков, при этом изменение его концентрации в воздухе даже на 0,1 % оказывает существенное негативное воздействие, в то время как изменение концентрации кислорода с 15 % до 80 % влияет на организм человека несущественно [1].

Летучие органические вещества состоят из широкого спектра химических соединений, выделяются из мебели в помещении (например, деревянные столы, при производстве которых используется феноло-формальдегидные смолы) и оказывают пагубное влияние на организм. Поэтому разработка приборов для контроля и отображения качества воздуха является важной и актуальной.

Цель работы – разработка прибора, измеряющего и отображающего отдельные параметры качества воздуха в учебных помещениях.

Для достижения поставленной цели были проанализированы отечественные и зарубежные аналоги, выявлены и исправлены их недостатки, разработаны структурная и принципиальная электрические схемы прибора, подобраны электрические компоненты, создан алгоритм работы и программное обеспечение, спроектирован корпус прибора.

Прибор имеет автономное питание от аккумулятора и работает на базе микроконтроллера Atmega 328P. Основным измерительным элементом является датчик SGP30, который измеряет концентрации углекислого газа и летучих органических соединений в воздухе. Также имеется световая индикация, разделенная на уровни и реализованная с помощью светодиодов разных цветов. Выбор измеряемого параметра осуществляется переключателем, для работы которого был выполнен расчет делителя напряжения. Концентрация вещества в воздухе выводится на OLED-дисплей. Прибор включается кнопкой и измеряет параметры непрерывно, отображая концентрации и подсвечивая уровень.

Корпус разработан с учетом размеров электронных компонентов и требований эргономики.

Для учебных помещений допустимы следующие концентрации: углекислый газ 400 – 600 ppm, летучие органические соединения – 200 ppb [2].

Для обеспечения корректного мониторинга качества воздуха необходимо размещать прибор в рабочей зоне или в помещении на высоте органов дыхания.

Список литературы

1. Мансуров Р.Ш., Гурин М.А., Рубель Е.В. Влияние концентрации углекислого газа на организм человека // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2017. №8 (41). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/5045 (Дата обращения: 06.05.2024).
2. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении. Введен 01.01.2013. М.: Стандартинформ, 2013. 6 с.

УДК 62-503.57

СИНТЕЗ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ПРЯМОЙ АДАПТАЦИЕЙ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА

Хамидуллин А.Э., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
koticbtapke@gmail.com
Научный руководитель: Шлопак А.А., к.т.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

При проектировании систем управления необходимо знать физическое поведение системы. Обычно физическое поведение системы представляется в виде математической модели. Эти модели никогда не могут быть совершенными вследствие нелинейностей, параметрической неопределенности, неточности измерений, неопределенности внешних воздействий окружающей среды или других видов неопределенностей. Адаптивное управление играет важную роль в уменьшении этих неопределенностей.

Синтез адаптивных систем для линейных объектов методом функций Ляпунова подробно описан в работах [1–3]. В работе рассмотрена задача синтеза алгоритма адаптации нелинейного объекта к своей эталонной модели.

Пусть заданный объект управления описывается следующим уравнением состояния с согласованной неопределенностью:

$$\dot{x} = Ax + B\Lambda[u + f(x)], \tag{1}$$

где $\dot{x}(t) \in R^n$ – вектор состояния; $u(t) \in R^m$ – вектор управления; $A \in R^n \times R^m$ – постоянная матрица, состоящая из известных и неизвестных коэффициентов; $B \in R^n \times R^m$ – постоянная заданная матрица; $\Lambda = \Lambda^t = diag(\lambda_1\, \lambda_{21}\, \dots \lambda_m) \in R^n \times R^m$– диагональная матрица, в которой диагональные элементы представляют неопределенность эффективности входного сигнала управления; $f(x) \in R^m$ – линейно параметризованная функция: $f(x) = \Theta^{*\mathrm{T}}\Phi(\mathrm{x})$ где $\Theta^* \in R^n \times R^m$ – постоянная неизвестная матрица; $\Phi(x) \in R^l$ – известная вектор функция, состоящая из базисных функций. Предполагаем, что пара $(A, B\Lambda)$ управляема.

Эталонная модель имеет вид:

$$\dot{y} = A_0 y + B_0 g, \tag{2}$$

где $y(t) \in R^n$ – вектор состояния модели; $A_0 \in R^n \times R^n$ – заданная Гурвицева матрица; $B_0 \in R^n \times R^q$ – заданная матрица.

Предположим, что существуют оптимальные матрицы коэффициентов K_x^*и K_g^*, которые обеспечивают соответствие динамики объекта и модели:

$$\mathrm{A} + \mathrm{B}\Lambda K_x^* = A_0 \cdot \mathrm{B}\Lambda K_g^* = B_0.$$

Определим адаптивное управление в виде:

$$u = K_x(t)x + K_g(t)g - \Theta^{\mathrm{T}}\Phi(\mathrm{x}) \tag{3}$$

где $K_x(t) \in R^m \times R^n$; $K_g(t) \in R^m \times R^q$; $\Theta(\mathrm{t}) \in R^l \times R^m$– оценки K_x^*и K_g^*, и Θ^* соответственно.

Для определения законов адаптации выберем функцию Ляпунова в виде

$$V(e, \widetilde{K}_x, \widetilde{K}_g, \widetilde{\Theta}) = \frac{1}{2}e^T P e + \frac{1}{2}tr\left(|\Lambda|\widetilde{K}_x\Gamma_x^{-1}\frac{1}{2}tr\left(|\Lambda|\widetilde{K}_x\Gamma_x^{-1}\widetilde{K}_x^T\right)\right) + \frac{1}{2}tr\left(|\Lambda|\widetilde{K}_g\Gamma_g^{-1}\widetilde{K}_g^T\right) + \frac{1}{2}tr\left(|\Lambda|\widetilde{\Theta}^{\mathrm{T}}\Gamma_\Theta^{-1}\widetilde{\Theta}\right), \tag{4}$$

где $\widetilde{K}_x(t), \widetilde{K}_g(t), \widetilde{\Theta}(\mathrm{t})$ – ошибки оценивания; e – ошибка сигнального рассогласования; $P = P^T > 0$ – решение уравнения Ляпунова; $\Gamma_x, \Gamma_g, \Gamma_\Theta$ – положительно определенные симметричные матрицы коэффициентов ошибок оценивания.

Получив выражение для полной производной по времени от функции Ляпунова, законы адаптации определятся в следующем виде:

$$\dot{\widetilde{K}}_x^T = \Gamma_x x e^T PB\mathrm{sng}\Lambda \ , \tag{5}$$

$$\dot{\widetilde{K}}_g^T = \Gamma_x g e^T PB\mathrm{sng}\Lambda \tag{6}$$

$$\dot{\widetilde{\Theta}} = -\Gamma_\Theta \Phi(x) e^T PB\mathrm{sng}\Lambda \tag{7}$$

Моделирование системы в Matlab с учетом полученных матричных коэффициентов в контурах адаптации подтвердило работоспособность разработанных законов адаптации и установило, что система асимптотически устойчива по сигнальному рассогласованию.

Список литературы

1. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник в 5 т. Т.5. Методы современной теории автоматического управления. / под ред. К.А. Пупкова. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 783 с.
2. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления. / под ред. Н.Д. Егупова М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 743 с.
3. Земляной Г.Ф. Матричный синтез адаптивных систем. М.: МГУЛ, 2008. 40 с.

УДК 004.023

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ НА ОБЪЕКТАХ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Черемисин Д. Г., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
denner02@mail.ru
Научный руководитель: Чернобровина О.К., ст. преподаватель
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Неразрушающий контроль материалов и изделий играет ключевую роль в процессе обеспечения качества продукции. Однако существующие методы визуальных испытаний обычно характеризуются недостаточной автоматизацией, что приводит к неэффективному использованию ресурсов и времени. Более того, методы, такие как ультразвуковая диагностика, люминесцентный проникающий контроль, рентгенодефектоскопия и гамма-дефектоскопия, которые широко применяются в настоящее время, могут представлять опасность для здоровья человека [1, 2].

С развитием технологий компьютерного зрения появляется возможность значительного упрощения процесса визуального контроля, в том числе и люминесцентного проникающего контроля. Это достигается путем применения методов анализа изображений поверхности исследуемых изделий с использованием технологий машинного обучения и машинного зрения. Такой подход позволяет автоматизировать процесс обнаружения дефектов, повысить его точность и эффективность, а также снизить зависимость от человеческого фактора.

В настоящей работе представлен испытательный стенд для алгоритма определения размеров дефектов на объектах с поверхностью сложной формы, при использовании которого можно не только автоматизировать визуальную дефектоскопию, но и определять размеры дефектов. Под термином «алгоритм» подразумевается набор инструкций, в том числе

эвристических, приводящих к результату не обязательно точному, но, сопоставимому с действительностью.

Стенд представляет собой светоизолирующий бокс, внутри которого находится платформа с поворотным столом. Светоизоляция позволяет не допустить засветов от сторонних источников света и организовать собственное освещение, что особенно актуально при люм-контроле, нуждающемся в УФ-излучении. Платформа с поворотным столом обеспечивает крепление камеры, поворот исследуемого объекта, и создает условия для точного взаимопозиционирования камеры и исследуемого объекта.

Процесс нахождения дефектов – это преобразование кадров исследуемого объекта в набор масок дефектов с сохранением их пропорций и разрешения.

Зная тип детали и её габариты можно вычислить линейные размеры дефектов, но при определении третьей – пространственной координаты – необходимо решить задачу нахождения расстояния до объекта, точнее, до каждой точки объекта, соотносящейся с пикселем кадра для чего используются карты соответствий пиксель-кадра – точки на виртуальной сцене.

Виртуальная сцена в точности повторяет исследуемую зону, маска и карта соответствий делаются из одного положения кадра, поэтому можно произвести попиксельную конъюнкцию и оставить облака точек дефектов, видимых с ракурса кадра. Процесс повторяется для всех подготовленных ракурсов.

После обработки всех кадров получается облако точек найденных дефектов, которое делится на отдельные дефекты с помощью алгоритма кластеризации DBSCAN [3].

Каждый дефект в списке представляет собой неупорядоченное облако точек, которое является неевклидовым типом данных, эффективный анализ которого крайне сложен.

Отсеять ненужные точки и организовать пространственную структуру позволит процедура вокселизации. Так как мы знаем реальный размер каждого вокселя, восстановить размер дефекта не составляет трудностей.

Список литературы

1. ГОСТ 18442–80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования. // Центр сертификации Росстандарт Москва. Введен: 01.07.1981. Опубликован: 01.12.2004. URL: https://rosstandart.msk.ru/gost/001.019.100/gost-18442-80/ (Дата обращения: 03.12.2023).
2. РБ-090-14. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Капиллярный контроль». // Электронный фонд правовых и нормативно- технических документов. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200112693 (Дата обращения: 03.12.2023).
3. Рашка С., Мирджалили В. Python и машинное обучение: машинное и глубокое обучение с использованием Python, scikit-learn и TensorFlow 2. М.: Диалектика, 2020. 848 с.

СЕКЦИЯ «МОДЕЛИРОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

УДК 004.415.2

СЕРВЕР ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ, ПРИХОДЯЩИХ ОТ ДАТЧИКОВ, С NOSQL БАЗОЙ ДАННЫХ

Ершова Т.И., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
elen0401@gmail.com
Мелихов В.В., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
misterviktor@bk.ru
Чугунов А.О., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
anton.chugunow@yandex.ru
Научный руководитель: Чернышов А.В., к.т.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Сервер dbrobo состоит из веб-приложения на языке программирования Java и noSQL базы данных MongoDB, которая позволяет хранить записи в виде документов, не опираясь на обязательные столбцы заголовков данных. Такой способ предлагает гибкость при приеме и хранении запросов данных. Сервис имеет пользовательский интерфейс, который формирует запросы к приложению, а тот в свою очередь взаимодействует с базой данных. Зайдя на http://dbrobo1.mf.bmstu.ru/ [1], пользователю предлагается выбрать один из двух сервисов, так как оба реализуют одинаковый функционал с минимальными отличиями. Главная особенность каждого – это технологический стек, на котором строится приложение. Выбрав сервис с нереляционной базой данных, пользователь попадает в главное меню. Из него можно попасть в панель управления, через сценарий аутентификации пользователя и его дальнейшей авторизации по роли в сервисе. Сама панель администратора предлагает: управление пользователями, где можно создать учетную запись с определенной ролью; управление приборами, где можно добавить, изменить или удалить прибор, который потенциально отправляет данные на хранение; внесение данных вручную из файла или в поле ввода. Такой вариант удобен для датчиков, которые не имеют выхода в сеть, и требуют ручной загрузки. Также панель управления предлагает механизм ввода калибровочных данных для конкретного датчика в приборе. Помимо панели управления, которая, по большей части, создана для администраторов, модераторов и помощников, на сервере имеется функционал доступный обычному пользователю. Например, «Дебаг-монитор» позволяет увидеть последнюю активность по передаче данных и удостовериться, что нужный прибор нормально функционирует. Вкладка «Данные за интервал времени» поможет студентам проявить себя в аналитике данных, взяв за основу некую выборку записей в промежутке времени. Причём механизм позволяет выгружать данные как в формате JSON, так и в формате CSV, который поддерживает программа Excel.

Самый важный URL, на который приборы посылают свои данные это – http://dbrobo1.mf.bmstu.ru/mongo/core/jsonapp.php. Последняя часть имеет расширение .php неслучайно. Так как сервис изначально проектировался как альтернатива существующему серверу dbrobo, написанному на языке программирования PHP, новый dbrobo должен был абсолютно точно повторять все URL. Это связано с тем, что dbrobo выступает лишь одним из многих сервисов по работе с данными, и остальные приложения опираются на URL-пути друг друга. Данные, которые отправляют датчики по пути http://dbrobo1.mf.bmstu.ru/mongo/core/jsonapp.php имеют вид:

{

```
  "system":{
    "Akey":"XXX",
    "Version":"2022-06-15",
    "Upit":" 2.96",
    "Worktime":"360",
    "RSSI":-55,
    "MAC":"60:01:94:06:05:04"
  },
  "RTC":{
    "date":"2024-25-04",
    "time":"15:25:50"
  },
  "BMP280":{
    "temp":0.00,
    "pressure":0.00
  },
  "BME280":{
    "temp":0.00,
    "humidity":0.00,
    "pressure":0.01
  },
  "DS18B20":{
    "temp":15.00
  }
}
```


Самым важным заголовком здесь, при приеме запроса, является «Akey». Его значение – это секретный набор символов, который имеется у каждого прибора. Именно по этому полю сервис определяет, пришли ли данные от проверенного источника и можно ли их сохранить. При сохранении значение этого заголовка стирается, но его всегда можно уточнить в панели управления, во вкладке с имеющимися девайсами. В поле «system» всегда находится информация, относящаяся непосредственно к прибору. Поле «RTC» хранит в себе точную дату и время, когда были зафиксированы данные. Далее идут заголовки с непосредственными названиями датчиков на приборе.

Несколько слов о размещении приложения на физическом сервере. Для разделения пространства имен и сетей, а также унифицированного запуска и установки приложений была использована технология контейнеризации Docker. Она позволяет представить любой сервис как некий контейнер, который подчиняется командам Docker. Контейнер создается из образа приложения под названием dockerfile. В случае с уже готовыми решениями, например, mongoDB, разработчики позаботились об оптимизации их dockerfile и загрузили их на публичный репозиторий с образами сервисов DockerHub. Образ веб-приложения dbrobo необходимо было описать самостоятельно.

Сервер будет находиться в разработке ещё некоторое время, хотя уже отлично справляется с потоком данных от датчиков. В будущем году планируется предоставить разработанный сервер студентам первого и второго курса для использования его на практике.

Список литературы

1. Сервер базы данных кафедры К3: сайт. URL: http://dbrobo.mf.bmstu.ru (Дата обращения: 06.05.2024)

УДК 551.508

АВТОНОМНЫЙ ПРИБОР ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУХА С ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ ПО LORA И ПРОБЛЕМА МИНИМИЗАЦИИ ЕГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

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
Научный руководитель: Чернышов А.В., к.т.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Для сбора метеоданных с уличной территории нашего вуза было решено разработать автономный прибор на базе недорогих микроконтроллеров серии ESP. В итоге был выбран ESP32-C6, за дешевизну, простоту использования, новизну выбранной модели и соответствие остальным требованиям [1].

В качестве технологии для передачи данных с датчиков используется LoRa. Она предназначена для маломощной сети передачи данных и обладает низкой скоростью 0,3 – 50 кб/с, однако позволяет работать на большой дальности от 1 до 15 км. Для реализации прибора был выбран модуль SX1276. Используемая частота – 868.9 мГц. Следует учесть, что в данном частотном диапазоне на территории РФ установлено ограничение в 10 % рабочего цикла. Данный датчик позволит нам передавать данные на шлюз.

Прибор представляет собой мачту и влагозащищённый короб с электроникой, на мачте закреплена пластиковая насадка, предназначенная для защиты ее внутренностей от воды, при этом свободно "продувается", внутри находятся датчики для сбора метеоданных и антенна модуля LoRa, которая была вынесена туда для улучшения качества радиосигнала.

Общий алгоритм работы прибора представляет собой сбор и передачу данных каждые 5 минут, в интервалах между которыми все датчики переводятся в спящий режим, а микроконтроллер в режим deep-sleep. В этом режиме снижается энергопотребление микроконтроллера за счет выключения большинства функций. В данном режиме устройство будет находиться подавляющую часть времени, из-за чего энергопотребление в этом режиме важнее, чем при штатной работе. Это стало одной из главных причин смены микроконтроллера, так как ESP8266 в данном режиме потреблял около 20 пА, в то время как текущий всего 7 пА.

Для работы с LoRa была выбрана библиотека пакетной радиосвязи RadioHead от компании AirSpaysce [2]. Данная библиотека позволяет работать с нашим модулем LoRa на основе RF95. В ней реализованы протоколы передачи, как без подтверждения, так и с ним. Для реализации приемо-передачи метеоданных был выбран режим с подтверждением. При реализации возникли проблемы с работой RadioHead на новом микроконтроллере из-за несовместимости нового API прошивки. В результате в код библиотеки потребовалось вносить изменения вручную для устранения данной ошибки.

Учитывая необходимость минимизации энергопотребления и, как следствие, уменьшения времени передачи данных, был разработан алгоритм передачи, который основывался на двух принципах. Первый – это наличие у каждого устройства уникального, вручную задаваемого, идентификационного номера, который требовала библиотека RadioHead, второй – одни и те же ключи JSON, используемые для передачи с устройства на шлюз, который далее отправлял их на сервер. Алгоритм работает в том случае, если ключи хранятся на шлюзе для каждого устройства, а для кодировки будут использоваться однобитовые номера. Устройство, кроме замены ключей на номера, также меняет, кодирует значения, выбирая наиболее подходящие и минимальные по объему из реализованных типов данных. Среди реализованных типов – стандартные для многих языков 8, 16, 32-битные значения типа integer и float, также строки, IP-адреса, MAC-адреса, время и даты, объекты и массивы в качестве значения. Особое внимание здесь уделяется вещественным

числам, которые при передаче приводятся к целочисленному типу, а количество знаков после запятой при помощи побитовой конъюнкции добавляется к типу значения. Итоговый формат для каждой пары ключ-значение в закодированном виде представляет собой три и более байта данных, в зависимости от типа значения, где первый – это номер ключа, второй – тип значения, третий и далее – данные. Данные могут занимать различный размер при разных типах. В случаях объекта или массива будет передан специальный байт, обозначающий начало и другой специальный байт, обозначающий завершение этого типа.

Декодирование данных осуществляет шлюз. Полученный JSON он отправляет на специальный сервер, который далее занимается обработкой данных. Для корректной работы устройство каждый раз при передаче запрашивает у шлюза наличие информации по этому устройству. Всего на такие запросы в обе стороны уходит не более 4-х байт. Алгоритм позволяет сократить количество передаваемых данных в 3–4 раза и сильно сокращает время активной работы прибора. Сам алгоритм кодирования/декодирования выполняется не более 2 мс на используемом микроконтроллере, однако время незначительно может изменяться в зависимости от типа данных. Использование такого режима передачи позволяет сократить энергопотребление прибора и уложиться в законодательные рамки времени передачи радиосигналов.

Список литературы

1. DataSheet ESP32-C6-WROOM-1, ESP32-C6-WROOM-1U // Сайт компании Espressif. URL: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-c6-wroom-1_wroom-1u_datasheet_en.pdf (Дата обращения 23.04.2024).
2. RadioHead Packet Radio library for embedded microprocessors // Сайт компании Airspace. URL: https://www.airspayce.com/mikem/arduino/RadioHead/index.html (Дата обращения 23.04.2024).

УДК 004

БАЗА ДАННЫХ УСРЕДНЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ИЗМЕРЕНИЙ

Назарова А.В., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
alenanazarova2002@gmail.com
Федорова Д.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
daftwi31012002@gmail.com
Научный руководитель: Чернышов А.В., к.т.н, доцент
МФ МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Уже несколько лет на кафедре К3 МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана функционируют приборы, собирающие данные о погодных изменениях. Однако полученную информацию было сложно обрабатывать, так как из-за частой отправки измерений количество накопленных данных превалирует над техническими возможностями. Для решения проблемы была создана база данных, в которой хранятся уже предобработанные значения.

Необходимо определить структуру хранения данных, которая наилучшим образом отразит особенности измерений и потребности пользователей. Для решения проблемы эффективности и быстроты данных в качестве способа хранения данных был выбран формат json. Рассмотрим основные таблицы базы данных:

1) half_path. Поля и форматы: date timestamp, name varchar (50), average varchar (50), num json, sum json – хранит суммированные, неосредненные данные, необходимые для точных математических осреднений 15 минут, часа и суток. Данные хранятся двое суток.

2) table_with_time. Поля и форматы: date timestamp, name varchar (50), average varchar (50), json_file json – хранит данные, которым нужен формат времени (15 минут, час).

3) main_table. Поля и форматы: date date, name varchar (50), average varchar (50), json_file json – хранит данные, которым не нужен формат времени (сутки, неделя, месяц).

Для эффективной подгрузки данных используется планировщик crontab, в котором составлено расписание запуска скриптов на языке программирования Python. Эти скрипты отвечают за осреднение полученной информации за определенные временные промежутки: пятнадцать минут, час, сутки, неделя и месяц, и последующую отправку в базу данных. Использование crontab обеспечивает автоматизацию процесса обработки данных, что позволяет поддерживать актуальность и полноту информации без необходимости ручного вмешательства. Был предусмотрен скрипт для подгрузки данных за прошедшие два года.

Прикладной программный интерфейс, разработанный для получения доступа к осредненным данным, представляет собой веб-приложение, обеспечивающее пользователям широкий спектр возможностей. С его помощью можно легко просматривать метеорологические данные в удобном формате, включая графики, таблицы и текстовый формат. Возможности фильтрации и поиска позволяют быстро находить необходимую информацию, например, по типу осреднения, времени или типу прибора. Кроме того, прикладной интерфейс предоставляет возможность экспорта данных в различные форматы, что обеспечивает их использование в других приложениях и исследованиях. Это позволяет эффективно использовать огромный объем данных для достижения новых научных результатов и принятия информированных решений. Также на данном сайте предусмотрено отображение текущего статуса работы базы данных, благодаря чему возможно своевременное нахождение и устранение неполадок [1].

Разработка базы данных и прикладного программного интерфейса для метеорологических измерений играет важную роль в обеспечении эффективного хранения и анализа данных. Он позволяет студентам и сотрудникам кафедры получать ценную информацию о погодных условиях в различных частях страны и микроклимате в аудиториях [2, 3]. Внедрение такой системы позволит университету и его партнерам в метеорологических исследованиях эффективно управлять и использовать огромный объем данных для достижения новых научных результатов.

Список литературы

1. База данных МГУЛ. http://averobo.mgul.ac.ru (Дата обращения 01.05.2024).
2. Санитарные правила и нормы СанПин 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». URL: https://docs.cntd.ru/document/901704046 (Дата обращения 01.05.2024).
3. ГОСТ Р 55912-2020. Климатология строительная. Номенклатура показателей наружного воздуха. М., 2020. 10 с. URL: https://docs.cntd.ru/document/566422762 (Дата обращения 01.05.2024)

УДК 0004.0518

ДИМИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ В C++: НЕДОСТАТКИ И ИХ ИСПРАВЛЕНИЕ

Некиров М.В., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
matthew.nekirov@gmail.com
Научный руководитель: Афанасьев А.В., к.т.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

В работе рассматривается производительность механизма вызова полиморфных методов в C++ в компиляторах GCC, Clang для архитектуры x86_64, и предлагается более быстрый способ, работающий по аналогии с &dyn в языке Rust [1].

Детали реализации полиморфизма в компиляторах. Реализация вызова полиморфных методов в компиляторах GCC14.1 и Clang19.0 [2] представляет собой хранение указателя на

таблицу виртуальных методов (далее ТВМ) как скрытого поля объекта. ТВМ представляет собой непрерывную область памяти, которая хранит указатели на конкретные реализации методов. В такой схеме полиморфное поведение является частью типа, т. е. тип либо полиморфен всегда, либо никогда.

При вызове полиморфного метода происходит три перехода по указателям:

1 – переход по указателю на объект, с дальнейшим чтением из памяти указателя на ТВМ;

2 – переход по указателю на ТВМ, с дальнейшим чтением из памяти указателя на реализацию метода;

3 – переход по указателю на реализацию метода.

С учетом того, что сам объект обычно располагается на стеке или куче, ТВМ и реализация методов располагается в секции .text, мы можем предположить, что такой подход имеет плохую кэш-локальность, т. к. чтение данных происходит по сильно различающимся адресам памяти. В результате мы получаем промахи кэша и, как следствие, простой процессора в ожидании данных.

Решение. Введем понятие широкого указателя, представляющего собой пару указателей – указатель на данные и указатель на ТВМ. При таком подходе полиморфное поведение не определяется типом.

Теперь вызов метода будет происходить по следующей схеме:

1 – переход по указателю на ТВМ, с дальнейшим чтением указателя на реализацию метода;

2 – переход по указателю на реализацию метода.

Этот подход позволяет избежать одного чтения из памяти, тем самым повышая кэш-локальность, что в отдельных случаях может уменьшить время вызова вплоть до 33%.

Так как не происходило никаких изменений в организации ТВМ, то множественное наследование, порядок вызова конструкторов и деструкторов сохранят свою работоспособность.

Достоинствами такого подхода является:

1) скорость вызова методов;

2) возможность изменять указатель на ТВМ во время исполнения программы;

3) более явный контроль программистом размера типа (т. к. на данный момент указатель ТВМ добавляется как поле неявно).

4) отказ от лишних вызовов malloc(), free() при использовании Small Object Optimization.

Также такая схема вызова методов позволяет провести некоторые оптимизации, например Small Object Optimization. В случаях, когда размер объекта меньше или равен размеру указателя, можно вместо указателя на данные хранить сами данные. Это позволяет избежать *вызовов malloc() и free()*.

Стоит отметить недостатки такого подхода:

1) увеличенный размер широкого указателя на объект;

2) несовместимость с уже существующей кодовой базой;

3) необходимость вручную описывать ТВМ при использовании библиотек, реализующий широкие указатели (может быть исправлено при внедрении данного подхода в компилятор).

Таким образом, схема вызова виртуальных методов из Rust применима и к C++. Использование широких указателей позволяет добиться повышения производительности при вызовах полиморфных методов, сократить количество вызовов free() и malloc() и обеспечивает более явный контроль за размером типов. Однако для устранения некоторых недостатков потребуются серьезные изменения в компиляторе и уже существующем коде.

Список литературы

1. The Rust Reference. URL: https://doc.rust-lang.org/reference/types/trait-object.html (Accessed: 08.05.2024)

2. Clang 19.0.0git documentation. URL: https://clang.llvm.org/docs/ControlFlowIntegrityDesign.html (Дата обращения 08.05.2024)

УДК 004

ПЕРЕРАБОТКА ПРОШИВКИ ДЛЯ ПРИБОРА «СВЕЖЕСТЬ-19В»

Обутов-Замалетдинов М. К., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
m.obutov@yandex.ru
Научный руководитель: Чернышов А.В., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Прибор «Свежесть-19В» представляет собой образовательный стационарный измерительный прибор для выполнения измерений параметров среды в помещении, а именно: измерение температуры и влажности воздуха, атмосферного давления, количество летучих органических компонентов в воздухе и концентрации углекислого газа. Регистрация измеренных данных производится автоматически, полученные данные отправляются через местную сеть Wi-Fi на сервер dbrobo.mf.bmstu.ru МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, а также отображаются на экране прибора и в веб-интерфейсе, предоставляемом самим прибором [1]. В основе прибора лежит Wi-Fi-модуль WeMos D1 mini Pro на основе микроконтроллера ESP8266 [2]. Для осуществления измерений прибор использует три датчика: комнатного датчика углекислого газа (CO_2) в воздухе MH-Z19B, датчика качества воздуха (количество летучих органических компонентов) CCS811, датчика атмосферного давления, влажности и температуры воздуха BME280. Прошивка прибора написана на языке программирования C++ в среде программирования Arduino IDE. Общая структура кода прошивки функционально поделена на 5 блоков, а именно: блок инициализации и управления файловой системой SPIFFS, блок инициализации и управления сервером, блок инициализации и управления Wi-Fi, блок взаимодействия с датчиками, блок инициализации всех предыдущих блоков, и вывод информации о состоянии на экран прибора.

Доработка прошивки производилась в двух аспектах, а именно:

1) поиск и устранение ошибок в коде существующей прошивки;
2) переработка существующего веб-интерфейса прибора.

Поиск и устранение ошибок в коде прошивки производился в три этапа:

1) обновление используемых в прошивке библиотек и перенастройка под них кода;
2) выявление ошибок через логи устройства;
3) выявление инвариантов циклов и классов [3].

В ходе анализа был выявлен и устранён инвариант цикла, приводящий к зависанию устройства в случае ошибки считывания данных с датчика CCS811. При последующем тестировании устройства его работу можно признать устойчивой.

Была произведена переработка веб-интерфейса прибора, переработан стиль веб-интерфейса и добавлены новые функции, а именно: отображение в веб-интерфейсе текущих настроек представления информации на экране устройства, возможность скрытия пароля Wi-Fi сети во время ввода, ожидание подключения прибора при удалённой перезагрузке. Также для реализаций данных функций был переработан API веб-сервера прибора.

Список литературы

1. Сервер базы данных кафедры К3. URL: http://dbrobo.mf.bmstu.ru (Дата обращения: 06.05.2024).
2. Кэмерон Н. Электронные проекты на основе ESP8266 и ESP32. Создание приложений и устройств с поддержкой Wi-Fi / перевод с англ. Ю.В. Ревича. М.: ДМК Пресс, 2022. 454 с. URL: https://e.lanbook.com/book/314855 (Дата обращения: 04.05.2024). Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Кувшинов Д.Р. Основы программирования: язык C++. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2021. 490 с.

СЕКЦИЯ «ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ»

УДК 33.018

АНТИМОНОПОЛЬНАЯ ПОЛИТИКА КАК ФАКТОР СТАБИЛИЗАЦИИ ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ И СТИМУЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА

Алхутов С.С., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
xedg07@gmail.com
Научный руководитель: Пикалкина М.Г., к.э.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Антимонопольная политика играет значительную роль в стабилизации финансовых рынков и стимулировании экономического роста, поскольку ее основной задачей является предотвращение негативных последствий монополизации отраслей и предотвращение появления ситуаций, когда отдельные компании контролируют значительную часть рынка [1].

Антимонопольная политика очень важна для стабилизации финансовых рынков, она выполняет такие функции, как:

1. Обеспечение конкуренции. Одним из основных негативных аспектов монополий и олигополий является их способность ограничивать конкуренцию. Когда на рынке действует только один или несколько крупных игроков, это приводит к уменьшению количества конкурентов, что снижает стимулы для инноваций и снижает качество товаров и услуг. Без конкуренции монополисты и олигополисты могут устанавливать завышенные цены и нести меньшую ответственность перед потребителями.

Антимонопольное регулирование способствует созданию конкурентной среды на финансовых рынках. Это помогает снизить цены, улучшить качество услуг и стимулировать инновации.

2. Защита потребителей. Антимонопольная политика защищает потребителей от злоупотреблений со стороны крупных компаний и предотвращает монополии от завышения цен и ухудшения качества товаров и услуг.

3. Стимулирование инноваций. Антимонопольные меры поощряют конкуренцию, что стимулирует компании к разработке новых продуктов и технологий. Это, в свою очередь, ведет к экономическому росту и повышению уровня жизни.

Так же хорошим решением будет содействие малому и среднему бизнесу, так как без поддержки бизнесмены не рискнут быть конкурентами монополии и, тем самым, только укрепят положение монополий на рынке. Варианты оказания помощь малому и среднему бизнесу:

1. Предоставление финансовой поддержки через льготные кредиты и гранты для развития бизнеса.

2. Обеспечение доступа к инвестиционным программам и предоставление консультационной поддержки.

3. Повышение квалификации предпринимателей через обучающие программы и мастер-классы.

4. Содействие в продвижении продукции и услуг на рынке через маркетинговые мероприятия и выставки.

Конкуренция в бизнесе может стимулировать компании к повышению эффективности и улучшению качества продукции или услуг. Когда компании конкурируют за рыночную долю, они вынуждены постоянно искать новые способы улучшения своих продуктов или услуг, снижения издержек и повышения производительности.

Благодаря конкуренции компании вынуждены инвестировать в инновации и развитие новых технологий, чтобы оставаться на рынке и привлекать клиентов. Конкуренция также

стимулирует компании к поиску новых способов маркетинга и продвижения своих продуктов, что способствует разнообразию предложений на рынке.

Кроме того, конкуренция может способствовать развитию более гибких и адаптивных стратегий бизнеса, так как компании должны быстро реагировать на изменения внешней среды и потребностей потребителей, чтобы оставаться конкурентоспособными.

В России проявление административного монополизма выражается в различных формах:

– высокая доля государственного сектора в ключевых отраслях промышленности сохраняется;

– государство сохраняет контрольный пакет акций в значительном количестве приватизированных предприятий;

– государственные предприятия имеют возможность получать существенную финансово-кредитную поддержку от государства независимо от результатов своей деятельности;

– государственный административный контроль оказывает влияние на деятельность предприятий.

Государство применяет антиконкурентную политику в отношении естественных монополий, объединяя предприятия в разнообразные ассоциации и холдинги.

2 сентября 2021 г. Правительством Российской Федерации принято распоряжение № 2424-р, которым утвержден Национальный план развития конкуренции в Российской Федерации на 2021-2025 гг.

Важнейшими направлениями работы в рамках Национального плана стали:

– развитие добросовестной конкуренции на товарных рынках;

– обеспечение эффективного и прозрачного управления государственной и муниципальной собственностью и недискриминационного доступа хозяйствующих субъектов к ней, включая природные ресурсы;

– развитие малого и среднего предпринимательства;

– развитие биржевой торговли;

– унификация и систематизация государственных и муниципальных преференций;

– цифровизация антимонопольного и тарифного регулирования

По итогам реализации национального плана [2] в 36 субъектах РФ снижена налоговая нагрузка на бизнес, в 30 – упрощены административные требования в части имущественных отношений, в 17 – для предпринимателей упрощены разрешительные процедуры и согласования.

В Липецкой области продлены льготные ставки по упрощенной системе налогообложения (УСН) для отдельных видов деятельности. Также субъекты МСП, применяющие специальный налоговый режим, освобождены от налога на имущество на недвижимость площадью до 150 кв. м.

В Московской области налоговые ставки для компаний, уплачивающих налоги только с доходов по УСН, снижены с 6 % до 1 %, а для тех, кто платит налоги по системе «доходы минус расходы» – с 15 % до 5 %. В Карачаево-Черкесской Республике для субъектов МСП и сельхозтоваропроизводителей предоставляется отсрочка по уплате текущих арендных платежей в пределах 2022 г.

Во Владимирской, Рязанской областях и Краснодарском крае за счет снижения минимального объёма инвестиций расширяются возможности для инвесторов. В Удмуртской Республике сроком на 5 лет освобождается от налога имущество, созданное для реализации инвестиционного проекта [3].

Список литературы

1. Шишкин М.В. Антимонопольное регулирование: учебник и практикум для вузов / М.В. Шишкин, А.В. Смирнов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2023. 159 с.

2. Федеральная антимонопольная служба: URL: https://fas.gov.ru (Дата обращения 04.04.2024).

3. Писенко К.А., Цинделиани И.А., Бадмаев Б.Г., Казарян К.В. Антимонопольное право: учебник. М.: Изд-во РГУП, 2015. 420 с.

УДК 336.1

БЮДЖЕТНЫЙ ДЕФИЦИТ И МЕТОДЫ ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЯ

Бобыкин М.Ю., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
Maksim.bobykin@gmail.com
Научный руководитель: Белякова Е.И., к.э.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Бюджетный дефицит – это финансовое явление, при котором государственные расходы превышают доходы в течение определенного периода времени. Бюджетный дефицит может иметь серьезные последствия для экономики страны, включая увеличение государственного долга, ухудшение кредитного рейтинга, инфляцию и снижение доверия инвесторов и рынков. Методы преодоления бюджетного дефицита являются предметом внимания правительств, экономистов и финансовых аналитиков [1]. Бюджетный дефицит возникает, когда расходы правительства превышают его доходы в определенный период времени. Это явление имеет как экономические, так и политические причины, и может иметь значительное воздействие на экономику страны.

Причины бюджетного дефицита:

– экономический спад: в периоды экономического спада правительства часто сталкиваются с уменьшением доходов от налогов и увеличением расходов на социальные программы и пособия без увеличения доходов;

– фискальная политика: некоторые правительства могут использовать расширительную фискальную политику, увеличивая государственные расходы и снижая налоги в периоды спада, что также может привести к дефициту;

– структурные причины: некоторые страны могут столкнуться с бюджетным дефицитом из-за структурных проблем, таких как слабая налоговая база, коррупция или неэффективное управление.

Последствия бюджетного дефицита [2]:

– увеличение государственного долга: дефицит требует заемных средств для покрытия, что в конечном итоге приводит к увеличению государственного долга;

– увеличение процентных платежей: рост государственного долга приводит к увеличению процентных платежей по его обслуживанию, что занимает большую часть государственного бюджета;

– инфляция: финансирование дефицита путем эмиссии денег может привести к инфляции и уменьшению покупательной способности.

В 2023 г. в федеральный бюджет поступило доходов 29,1 трлн руб., а расходы составили 32,36 трлн. В РФ за 2023 г. наблюдался дефицит. Рост доходов бюджета РФ по итогам 2023 г. составил почти 5 % к предыдущему году. Немаловажное значение имел реальный восстановительный рост экономики. После падения на 2,1 % в 2022 г. российский ВВП вырос более чем на 3 % в 2023. Здесь флагманами стали отрасли, смежные с оборонной промышленностью, в том числе металлургия. А в потребительском секторе темп задавали низкие ставки первой половины года, которые привели к рекордным объемам кредитования и росту спроса. Также увеличить доходы бюджета помогли разовые сборы, которые правительство вводило в качестве экстренных антикризисных мер: налог на сверхприбыль крупных предприятий и курсовая пошлина для экспортеров. В сравнении с 2022 г. расходы бюджета увеличились на 4 % – с 31,12 до 32,36 трлн руб. Итоговый годовой дефицит в объеме 3,24 трлн руб. оказался на 0,32 трлн больше, чем было предусмотрено в Законе о бюджете на 2023 г. И хоть дефицит 2023 г. стал крупным, его нельзя назвать рекордным для России. В 2022 г. расходы

превысили доходы на сопоставимые 3,29 трлн руб., а в пандемийном 2020 – на максимальные для страны 4,1 трлн.

Большую часть образовавшегося дефицита правительство покрыло резервами из Фонда национального благосостояния (ФНБ). В декабре оттуда изъяли 2,9 трлн руб. Еще около триллиона в течение года инвестировали в различные проекты. Преодоление бюджетного дефицита требует комплексного подхода и разнообразных методов. Вот несколько основных методов, которые могут быть использованы для управления бюджетным дефицитом:

– повышение налогов: повышение налоговых ставок или введение новых налогов может увеличить доходы государства и помочь сократить дефицит бюджета. Однако это может также оказать негативное воздействие на экономический рост и инвестиции;

– сокращение государственных расходов: сокращение расходов на различные программы и проекты может снизить дефицит бюджета. Это может включать в себя сокращение расходов на административные издержки, оборону, социальные программы и т. д. Такие меры могут вызвать общественное недовольство и протесты;

– повышение эффективности государственных расходов: оптимизация государственных программ и улучшение управления бюджетом может помочь сократить издержки и эффективнее использовать государственные ресурсы;

– экономический рост: стимулирование экономического роста может привести к увеличению налоговых поступлений и снижению доли дефицита в ВВП. Это может быть достигнуто через инвестиции в инфраструктуру, образование, исследования и развитие, а также поддержку предпринимательства и инноваций;

– заемные средства: погашение бюджетного дефицита за счет заемных средств является одним из распространенных методов. Правительства могут занимать средства на внутреннем и внешнем рынках, выпуская облигации или получая кредиты от международных организаций. Это может привести к увеличению государственного долга и увеличению расходов на обслуживание долга.

Преодоление бюджетного дефицита возможно за счет облигаций федерального займа (ОФЗ). ОФЗ – это долговое свидетельство от государства, согласно которому оно берет в долг у инвесторов и обязуется выплатить определенный процент за пользование их деньгами. Инвесторы, купившие ОФЗ фактически становятся кредиторами государства.

В заключение, подчеркнем, что бюджетный дефицит представляет серьезную финансовую проблему для государства, требующую внимательного и комплексного подхода к решению [3]. Каждый метод имеет свои ограничения и риски, и эффективное управление бюджетным дефицитом требует сбалансированного подхода, учитывающего экономические и социальные последствия принимаемых решений. Важно также обеспечить прозрачность и открытость в процессе формирования бюджетной политики, а также учитывать долгосрочные последствия принимаемых мер.

Следует помнить, что преодоление бюджетного дефицита – это длительный и многоэтапный процесс, который требует усилий со стороны правительства, бизнеса и общества в целом. Необходимо стремиться к сбалансированному бюджету и устойчивому финансовому положению, чтобы обеспечить экономическое благосостояние и социальную стабильность в долгосрочной перспективе.

Список литературы

1. Тедеева З.Б., Кучиева М.В. Управление дефицитом бюджета бюджетной системы Российской Федерации: учебник. М.: КноРус, 2023. 128 с.
2. Зачем нужны источники финансового дефицита бюджета? Москва, 2023. URL: https://budget.mos.ru/services/training/lesson/4 (Дата обращения: 03.04.2024).
3. Бюджетный дефицит. Москва, 2023. URL: https://finuslugi.ru/glossariy/byudzhetnyj_deficit (Дата обращения 04.04.2024).

УДК 37.02

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ

Грек К.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
grekkonstantin22@gmail.com
Научный руководитель: Букова А.А., к.э.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

В современном мире каждый день мы сталкиваемся с огромным потоком данных. Согласно исследованиям, современный человек потребляет до 34 Гб информации в день, что в пять раз больше, чем 30 лет назад. В условиях ограниченности ресурсов мозга это создает необходимость эффективного управления личными знаниями. Широкий спектр инструментов, помогающих решить эту проблему, является частью концепции управления личными знаниями.

Термин «управление знаниями» и соответствующий методический подход вошли в практику организаций сравнительно недавно, в 80-е гг. XX в., и обрели самостоятельность в результате эволюции теоретических взглядов и концептуальных представлений о знании.

Личные знания – это совокупность навыков, умений, природных способностей и возможностей и личностных особенностей человека. Это способы его взаимодействия с окружающим миром, его деловые и личные коммуникации. Классики управления знаниями Т. Дэвенпорт и Л. Прусак определяют управление личными знаниями как «систематические действия по созданию, сбору, распространению и использованию своих знаний» [1].

Следует обратить внимание на два аспекта данного вопроса. Во-первых, управление личными знаниями, независимо от выбранной профессии, является важным, так как ведет к повышению персональной эффективности. Во-вторых, на знаниях сотрудников основываются активы организации, использующей знания своих работников

Современные подходы к управлению знаниями представлены различными взглядами специалистов. И. Нонака анализирует динамический процесс создания организационного знания, делая акцент на необходимость трансформации неформализованного знания сотрудников в формализованное организационное знание (процессная концепция управления знаниями). В центре внимания Т. Дэвенпорта «работники знаний» – особая категория работников, играющая роль «локомотива» в развитии знаний в организации (личностная концепция управления знаниями). На принципиально иной ракурс исследования нацелена экологическая концепция управления знаниями (Л. Прусак), изучающая «социальный капитал» организации – разнообразные межличностные связи, общие ценности и модели поведения, отношения доверия и взаимопонимания, которые объединяют людей и формируют условия для сотрудничества, создания и распространения знания в организации [2].

Данные концепции раскрывают проблемы, связанные с огромными потерями информации из-за ограниченности ресурсов мозга, негативного влияния информационного шума, трудностью отделения действительно полезного контента от «мусора», а также важность знаний в процессе развития компаний и организаций.

Среди инструментов управления знаниями особый интерес вызывает метод «второго мозга» Zettelkasten, предложенный Никласом Луманом, и получивший развитие с помощью современных информационных технологий. Основой метода является обработка информации и связывание с уже существующими знаниями для создания общей базы данных. Это методология «второго мозга», который работает как внешнее централизованное цифровое хранилище информации, доступное в любой момент для применения в ежедневной практике и не подведет, в отличие от собственной памяти. При этом наш мозг прекрасно обрабатывает информацию, создает и использует, а технический мозг лучше всего хранит ее, создает структуры и находит необходимое [3].

«Второй мозг», как научно-методический подход к управлению личными знаниями, может дать любому работнику умственного труда множество преимуществ, таких как системное

хранение всей информации по проектам в одном месте, возможность обнаружить закономерности и связи, которые могут привести к новым идеям. Для реализации управления знаниями в указанной методологии и с помощью других подходов и методов, сейчас существует ряд популярных программных решений, которые могут быть использованы для эффективной организации и обмена знаниями, и применять их можно как в учебе, так и в профессиональной деятельности.

В вопросе управления личными знаниями следует также выделить такие вызовы, как проблемы конфиденциальности и безопасности хранения личных данных. Размышляя о перспективах данной управленческой сферы, необходимо сказать, что технологии развиваются в части использования облачных технологий, систем управления контентом, аналитики, а также автоматизации процессов управления знаниями и использования искусственного интеллекта.

Итак, развитие управления личными знаниями – это ответ на вызовы, связанные с огромным потоком информации и ограниченными возможностями нашего мозга. Личные знания играют ключевую роль в личностном росте, профессиональном успехе и эффективном взаимодействии в обществе, а также являются основным ресурсом для работников умственного труда.

Список литературы

1. Лессер Э., Прусак Л. Как превратить знания в стоимость: Решения от IBM Institute for Business Value / пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. 248 с.
2. Ченцова М.В. Основные черты экономики знаний: теоретический аспект // Вестник Финансовой Академии. 2007. № 3 (43). С. 105–112.
3. Зонке А. Как делать полезные заметки. Эффективная система организации идей по методу Zettelkasten / пер. с нем. А.А. Иванова. М.: ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2022. 224 с.

УДК 336.144

АДАПТАЦИЯ МОДЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ К МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Захарова Д.М., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
zakharova1808@gmail.com
Научный руководитель: Кирей В.В., к.э.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

В условиях макроэкономической нестабильности невозможно осуществить финансовое планирование и прогнозирование без предвидения будущего, возможных перспектив развития. Экономико-математические методы, развиваясь и совершенствуясь, на современном этапе позволяют получать все более точные прогнозы. Перспективность региона зависит от умения прогнозировать тенденции развития, результаты управленческих решений, поэтому в условиях неопределенности экономической ситуации особенно важно уделять внимание моделям прогнозирования социально-экономического развития, как региона, так и отдельных его территорий.

Разработка прогнозов социально-экономического развития муниципального образования является одним из немногих видов исследований [1], которые необходимо проводить в обязательном порядке, а результаты прогнозов подлежат обязательному практическому использованию при разработке бюджета на очередной финансовый год. Процесс прогнозирования состоит в том, чтобы с помощью конкретного метода, путем использования определенного инструментария обработать имеющуюся информацию о состоянии изучаемого объекта, о наблюдавшихся ранее тенденциях и условиях его функционирования в данный момент, и превратить полученные данные в систему представлений о вероятном будущем

состоянии объекта. В основе экономического прогнозирования лежит предположение о том, что будущее экономики в значительной мере предопределяется его прошлым и настоящим состояниями [2].

Существует множество методов прогнозирования. В общем виде их можно разделить на две основные группы: формализованные (основаны на применении различных моделей, описывающих объект прогнозирования с помощью аппарата математических методов) и интуитивные (основаны на экспертных оценках с научно обоснованной организацией проведения всех этапов экспертизы и применением количественных методов при оценке суждений экспертов, формальной обработке результатов). В свою очередь, формализованные методы делятся на методы прогнозной экстраполяции и методы моделирования. В состав интуитивных методов входят индивидуальные (метод «интервью», аналитический метод, метод написания сценария) и коллективные (метод «комиссий», метод «Дельфи», метод «коллективной генерации идей») экспертные оценки [3].

В рамках исследования трех показателей прогноза (демография, промышленное производство и труд, заработная плата) городского округа Королев были проанализированы модели, построенные на основе экспертного метода, имитационной модели и методе экстраполяции. В рамках первой модели ожидается умеренный рост численности населения, увеличение рождаемости в связи с улучшением эпидемиологической ситуации (с 1885 человек в 2023 г. до 1935 человек в 2026 г.), на 2,6 %. По объему отгруженных товаров, работ, услуг на прогнозный период 2024–2026 гг. ожидается повышение на 11 – 13 %, запланирован рост объема промышленного производства по изготовлению и поставки ракетно-космической техники. В 2023 г. численность безработных снизилась на 34,98 %, прогнозируемый период 2024–2026 гг. показывает динамику уменьшения данного показателя с 255 до 247 человек. Количество созданных рабочих мест увеличится на 4146 единиц, прогнозируется рост среднемесячной заработной платы в связи с увеличением количества контрактов федерального уровня с предприятиями оборонно-промышленного комплекса и ракетно-космической отрасли на период 2022–2025 гг. В результате построения второй модели было выяснено, что она не подходит для большинства рассматриваемых показателей, так как выдавала неадекватные значения при прогнозировании. По третьей модели было замечено, что показатели растут в меньшей степени и не такими быстрыми темпами как в первой модели, но все же данный способ пригоден для использования муниципалитетами.

Таким образом, можно сказать, что модели сильно различаются и дают отклонения, рекомендуется использовать общую модель и искать медианное значение, это позволит сделать среднесрочный прогноз развития экономики более реальным.

В условиях неопределенности прогнозирование значительно усложняется, поэтому необходима реализация целого комплекса мероприятий по совершенствованию моделей прогноза социально-экономического развития, особенно перспективным направлением является создание системы комбинированного прогнозирования, то есть совместного использования математических и эвристических методов.

Список литературы

1. Антохонова И.В. Методы прогнозирования социально-экономических процессов: учебное пособие для вузов. 2-е изд., испр. и доп. Москва: Юрайт, 2023. 213 с.
2. Буракова А.А. Прогнозирование социально-экономического развития муниципального образования // Вестник науки. 2021. № 9 (42). Т. 4. С. 31–36.
3. Стегний В.Н., Тимофеева Г.А. Прогнозирование и планирование: учебник для вузов. Москва: Юрайт, 2024. 210 с.

УДК 339

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЗАИМОВЫГОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА РОССИИ И СТРАН АФРИКАНСКОГО КОНТИНЕНТА

Крутов А.М., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
krutov-am@rambler.ru
Научный руководитель: Горшенина Н.С., к.э.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Сегодня Россия является важным партнером для многих африканских стран в области поставок энергоресурсов, а также при осуществлении инвестиций в промышленные проекты и развитие инфраструктуры, что подтверждает актуальность выбранной темы. Цель исследования заключается в оценке и анализе возможностей сотрудничества между Россией и странами Африки.

Африка богата природными ресурсами, и, исходя из этого, континент является важным экономическим партнером. Экономика регионов Африки стабильно развивается. Устойчивый рост наблюдается в ряде перспективных отраслей экономики, и согласно прогнозу Африканского банка развития, тенденция будет сохраняться в 2024 г.

Основа российского экспорта в Африку – продовольствие, минеральные продукты, техника. С другой стороны, континент важен для российского импорта фруктов, овощей, какао, табака, редкоземельных металлов [1].

На африканском рынке осуществляют деятельность более 30 крупных компаний российского бизнеса, среди которых присутствуют «Росатом», «Алроса», «Лукойл», «Русал», «Газпром», «Роснефть».

Торговый оборот между Россией и Африкой на текущий момент составляет более $ 25 млрд и по оценкам экспертов прогнозируется его рост к 2026 г. до $ 40 млрд. Лидерами по объему товарооборота с Россией являются Египет, Алжир, Марокко, Тунис и Ливия [2].

Россия и Алжир являются крупными поставщиками продукции нефтегазовой промышленности. Перспективным является развитие совместных проектов, связанных с технической составляющей добычи и переработки нефти, а также со смежными отраслями. Учитывая намерения Алжира развивать чистую зеленую энергетику, предполагается сотрудничество и в этой сфере. Также Алжир запланировал программу реформ в отрасли технологий цифрового управления и это направление способно стать перспективной сферой.

Стратегическая роль Египта определяется и его географическим положением, благодаря которому он играет роль важного логистического и инвестиционного центра [3]. Одно из основных направлений сотрудничества – нефтегазовый комплекс. Продолжается поддержка развития Российской промышленной зоны. Возможности сотрудничества кроются и в строительстве промышленных, энергетических, транспортно-логистических объектов на территории Египта, а также в телекоммуникационной сфере.

Также выделяется Королевство Марокко, которое в настоящее время является одним из ведущих торгово-экономических партнеров России в Африке. Партнерство в сфере атомной энергетики активно развивается. «Росатом» и правительство Марокко подписали меморандум о сотрудничестве и строительстве АЭС. Также есть возможности наращивания товарооборота в сферах здравоохранения, фармакологии и информационных технологий.

Российско-ливийское сотрудничество в последние годы все сильнее активизируется. Связано это с постепенной стабилизацией политической обстановки в Ливии. Для России наибольший интерес вызывает сотрудничество в сфере энергетики. В этой связи, для расширения добычи ресурсов целесообразно инвестировать в проекты по развитию инфраструктуры и освоению новых месторождений.

Исходя из проведенного анализа очевидно, что основные возможности России по сотрудничеству с представленными странами находятся в областях нефтегазовой промышленности, сельского хозяйства, энергетики, информационных технологий и туризма.

В заключение отметим, что для взаимовыгодного перспективного сотрудничества необходимо: расширение торговых связей между Россией и Африкой; сотрудничество в областях сельского хозяйства, энергетики, образования, инфраструктуры и промышленности; стимулирование бизнес-секторов стран к активному взаимодействию; создание совместных предприятий; укрепление дипломатических соглашений для установления прочных связей между Россией и африканскими странами с целью усиления взаимопонимания и доверия между сторонами.

Список литературы

1. Слиман А.И. Развитие экономических и торговых связей России с Африканским континентом // Вестник Евразийской науки. 2023. Т. 15. № S4. URL: https://esj.today/PDF/19FAVN423.pdf (Дата обращения: 25.03.2024).
2. Вишнякова В.В. В Афрэксимбанке назвали срок удвоения объема торговли с Россией // РБК. URL: https://www.rbc.ru/rbcfreenews/64e4e7ba9a794764e8402495 (Дата обращения: 01.04.2024).
3. Мисько О.Н., Дарвиш А.Ш. Российско-египетское сотрудничество в контексте перспектив Большого евразийского партнерства // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. 2023. Т. 17. № 2. С. 46-57.

УДК 658

ИНСТРУМЕНТЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИКЛИЧНОЙ ЭКОНОМИКИ В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

Фоменко А.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
fomenko.anni@yandex.ru
Научный руководитель: Пинягина Н.Б., д.э.н., профессор
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Традиционная модель, ориентированная на производство и потребление товаров, при которой истощаются ресурсы, и образуется большое количество отходов, приводит к снижению эффективности российской промышленности. В противовес ей модель экономики замкнутого цикла (циклическая экономика), основанная на идее максимально эффективного использования ресурсов при минимизации отходов, способствует повышению их ценности и продолжительности жизненного цикла. Элементы цикличной экономики включают: приоритет использования возобновляемых, нетоксичных материалов и энергоресурсов; использование отходов в качестве сырья; применение цифровых технологий; взаимодействие участников цепи поставок из различных секторов экономики и т. д. [1]

Устойчивое социально-экономическое развитие России предусматривает достижение трех целей: экономическую, экологическую и социальную, которые находятся в органичном единстве. Экологическая цель согласуется с целью Экологической стратегии России – сокращение отходов, сокращение эмиссии вредных веществ, эффективное использование первичных ресурсов.

Неотъемлемой частью цикличной экономики является признанная во всех экологически чувствительных странах концепция 5R – переработка, повторное использование, сокращение образования отходов, использование перерабатываемых материалов, формирование эколого-ориентированного общественного сознания. Следовать этой концепции важно для развития бизнеса и расширения взаимодействия с партнерами из зарубежных стран, которые остерегаются

иметь дело с экологически безответственными предприятиями, игнорирующими принципы устойчивого развития.

Переход к цикличной экономике замкнутого цикла в России должен основываться на результативном опыте развитых промышленных стран. Например, в странах Европейского Союза с 2021 г. введен полный запрет на использовании пластиковой продукции, так как она не является биоразлагаемой и легко перерабатываемой. Кроме того, она обладает повышенной токсичностью при применении в быту. Многие виды изделий из пластика, такие, как одноразовая посуда, пакеты, обертка необходимо заменить на аналоги из картона, который подлежит переработке, вторичному использованию и нетоксичны [2].

В сентябре 2015 г. в штаб-квартире ООН главы государств и правительств 193 стран подписали документ «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г.», содержащий 17 глобальных целей и 169 соответствующих задач. Использование вторичного сырья из макулатуры позволяет достигать порядка 10 целей устойчивого развития экономики. Так, переработка 1 т макулатуры обеспечивает экономию 200 $м^3$ воды, 4000 КВт электроэнергии, сохраняет 31 дерево, экономит 1,7 барреля нефти и т.д. Важно отметить, что 15 % населения России живут за чертой бедности. Именно эта часть населения может принять наиболее активное участие в сборе макулатуры и улучшить свое финансовое положение. По оценкам экспертов, в России ежегодно отправляется на свалку огромное количество полезных фракций твердых коммунальных отходов на сумму около 474 млрд руб. Только макулатуры собирается 8 млн т, а захоранивается 4 млн т – более чем на 92 млрд руб. [2].

Неотъемлемым элементом цикличной экономики является индустрия 4.0, включающая непрерывную автоматизацию производственных практик с использованием современных интеллектуальных технологий. К принципам индустрии 4.0 можно отнести: полную автоматизацию технологических процессов; «умное» оборудование и гибкое производство; бизнес-аналитика на основе больших массивов данных [3].

В настоящее время из полистирола разных форм изготавливают упаковку для яиц, йогуртов, подложки для овощей фруктов, нарезок сыра, колбасы и полуфабрикатов, одноразовая посуда и ланч-боксы. При подогреве полуфабрикатов на подложке из полистирола выделяются диоксины, накопление которых в организме провоцирует онкологические заболевания, поэтому изделия из полистирола необходимо заменить нетоксичными материалами. Единственным способом утилизации изделий из полистирола является сжигание с выделением диоксина, который является крайне токсичным для среды обитания всего живого. Это не соответствует целям устойчивого развития экономики.

На сегодняшний день российская целлюлозно-бумажная промышленность готова предложить альтернативу полистиролу в виде изделий из макулатуры. Макулатура является возобновляемым биоразлагаемым материалом и не причиняет вреда окружающей среде, может перерабатываться до 65 раз [1].

Во многих развитых и развивающихся странах мира, таких как США, Канада, Франция, Китай, Индия и т. д. введен запрет на использование полистирола. Однако в Российской Федерации такого запрета пока нет, что негативно отражается на переходе российской экономики к циклической экономике замкнутого цикла и идет вразрез с принципами Экологической стратегии государства. Для достижения целей устойчивого развития, очевидно, руководству страны следует ускорить процесс замены изделий из неразлагаемых полимеров на экологичные аналоги, изготовленные из древесных волокон, включая макулатуру.

Список литературы

1. Пинягина Н.Б., Горшенина Н.С. Исследование тенденций изменения показателей целлюлозно-бумажной промышленности по основным видам продукции в 2021 г. // Экономика и предпринимательство. 2022. № 1 (138). С. 435-448.

2. Пинягина Н.Б., Горшенина Н.С., Назаренко Е.Б. Влияние новой экономической реальности 2022 года на производственные показатели предприятий и организаций лесного комплекса // Экономика и предпринимательство. 2023. № 2 (102). С. 162-168.
3. Глотов М.В. Оптимизация производственных процессов и внедрение инструментов бережливого производства в контексте повышения эффективности // Экономика и предпринимательство. 2024. № 2 (163). С. 1328-1333. DOI: 10.34925/EIP.2024.163.2.263.

СЕКЦИЯ «ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА И ФИЗИКА»

УДК 519.2

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ ОТ ИХ ПОСЕЩАЕМОСТИ

Белушкин А.Р., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
be1y5@yandex.ru
Научный руководитель: Полещук О.М., д.т.н., профессор
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Проблема низкой успеваемости студентов является актуальной для многих образовательных учреждений. Понимание факторов, влияющих на успеваемость, позволяет разрабатывать эффективные мероприятия по ее повышению. Пропуски занятий – один из возможных факторов, негативно влияющих на успеваемость.

Была поставлена задача определения зависимости между итоговым баллом, полученным студентами по предмету «Теория вероятностей и математическая статистика» и количеством пропущенных ими занятий.

Исходные данные содержали итоговые баллы 27 студентов по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» и количество пропущенных ими занятий в течение семестра.

Этапы научно-исследовательской работы:

1) определение зависимости между итоговым баллом и количеством пропущенных занятий;

2) определение типа зависимости;

3) построение модели линейной регрессии и нахождение ее коэффициентов;

4) анализ статистической значимости коэффициентов линейной регрессии;

5) проверка значимости модели с помощью F-теста;

6) оценка точности прогнозирования итогового балла с помощью линейной модели.

Методы исследования: 1) корреляционный анализ; 2) регрессионный анализ; 3) проверка статистических гипотез.

Коэффициент корреляции между итоговым баллом и количеством пропущенных занятий составил 0,96, что свидетельствует о сильной обратной линейной зависимости.

Была построена линейная регрессионная модель в следующем виде:

$$Y = 77{,}77 - 4{,}303 \cdot X;$$

где Y – итоговый балл, X – количество пропущенных занятий.

Проведенный анализ статистической значимости коэффициентов регрессионной модели с помощью критерия Стьюдента показал, что оба коэффициента модели статистически значимы на уровне 0,05.

Регрессионная модель с помощью критерия Фишера была исследована на значимость. F-тест показал, что модель статистически значима на уровне 0,05. Полученные при этом результаты показали, что статистика критерия во много раз превосходит критическое значение распределения Фишера. Таким образом, можно сделать вывод, что построенная регрессионная модель пригодна для прогнозирования.

Коэффициент детерминации равен 0,92, что подтверждает полученные результаты и выводы.

Среднее отклонение от реального результата для полученной линейной модели составляет 5,85 (8,79 %).

По результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что существует сильная обратная линейная зависимость между итоговым баллом студентов по предмету «Теория вероятностей и математическая статистика» и количеством пропущенных ими занятий.

Построенная линейная регрессионная модель является статистически значимой и позволяет достаточно точно прогнозировать итоговый балл, контролировать посещаемость студентов и принимать решения по повышению успеваемости [1].

Список литературы

1. Полещук О.М. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики: учебное пособие. М.: Москва, 2020. 248 с.

УДК 623.51

БАЛЛИСТИКА В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ АРТИЛЛЕРИИ

Глаголев Е.И., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
e.glagoleff2016@yandex.ru
Научный руководитель: Завитаев Э.В., д.ф.-м.н., профессор
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Баллистика – наука, изучающая движение тел, брошенных в пространстве, в гравитационном поле (например – пули, снаряды, баллистические ракеты).

Баллистический коэффициент – одна из важнейших аэробаллистических характеристик. В общем случае он зависит от геометрических параметров объекта (формы), а также от массы объекта и ориентации объекта относительно набегающего потока. С помощью баллистического коэффициента определяют скоростные свойства летящих объектов и изучают характеристики рассеяния этих объектов. Баллистический коэффициент вычисляется по формуле:

$$C = \frac{i * d^2}{m} * 10^3, \quad (1)$$

где C –баллистический коэффициент; i –коэффициент аэродинамической формы снаряда, который даётся отношением аэродинамических функций рассматриваемой пули и пули, принятой в качестве эталона; m –масса снаряда (кг), d – калибр снаряда (м) [1, 2].

Поперечная нагрузка снаряда – физическая величина характеризующая способность снаряда преодолевать сопротивление воздуха. Расчёт поперечной нагрузки снаряда производится по формуле:

$$Q = \frac{m}{d^2}. \quad (2)$$

Рассмотрим применение баллистического коэффициента и поперечной нагрузки снаряда на примере двух самоходных артиллерийских установок (САУ): лучшей самоходной артиллерийской установки России, конкурирующей с западными аналогами (2С35 («Коалиция-СВ»)) и её прототипа (2С19 («Мста-С»)). Основным вооружением САУ 2С35 является 152-мм орудие 2А88. Боекомплект пушки – 50-70 снарядов. Масса снаряда – 66,55 кг. Углы ГН, град: 360. Дальность стрельбы – до 70 км. Боевая скорострельность составляет 16 выстр./мин. Тактико-технические характеристики 2С19: вооружение – 152-мм нарезная гаубица 2А64. Дальность стрельбы – 24,7 км, скорострельность – 7-8 выстр/мин. Боекомплект пушки – 50 снарядов. Масса снаряда – 66,55 кг [3].

Исходя из изученных тактико-технических характеристик двух самоходных артиллерийских установок, можно рассчитать по вышеупомянутой формуле их баллистический коэффициент и поперечную нагрузку, от которых будут зависеть скоростные свойства снарядов,

выпущенных из данных орудий. Баллистический коэффициент «Мста-С»: обычный снаряд: C=$\frac{0,996*0,152^2}{66,55} * 1000 = 0,345778873$, реактивный снаряд: C=$\frac{0,997*0,152^2}{66,55} * 1000 = 0,3461260406$. Баллистический коэффициент «Коалиция-СВ»: обычный снаряд: C=$\frac{0,998*0,152^2}{66,55} * 1000 = 0,3464732081$, реактивный снаряд: C=$\frac{0,995*0,152^2}{66,55} * 1000 = 0,3454317055$. Поперечная нагрузка снаряда: «Мста-С»: Обычный снаряд: Q= $\frac{66,55}{0,152^2} = 2880.453601$, реактивный снаряд: Q= $\frac{66,55}{0,152^2} = 2880.453601$.

Поперечная нагрузка снаряда у обоих орудий для всех типов снарядов будет одинаковой, т.к. орудия одного калибра, а масса усреднённая. При этом, чем выше поперечная нагрузка снаряда и чем ниже его баллистический коэффициент, тем выше его выгода в баллистическом отношении, т.к. снижение баллистического коэффициента приводит к снижению сопротивления воздуха при полёте снаряда.

Таким образом, можно сделать вывод, что вышеупомянутые снаряды и орудия являются баллистически выгодными, а их коэффициент полезного действия достаточно высок, что делает орудие более эффективным. Это значит, что их выпуск с точки зрения физики целесообразен.

Список литературы

1. Баллистический коэффициент. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/ (Дата обращения:16.04.2024)
2. Аксёнов М.Д. Техника. Раздел Военная техника. М.: Изд-во Аванта+. 2001. 144 с.
3. Новая гаубица «Коалиция». URL: https://rg.ru/2023/10/20/novaia-gaubica-koaliciia-sv-sovershit-perelom-v-kontrbatarejnoj-borbe.html (Дата обращения:16.04.2024).

УДК 512.64

ЗАДАЧА УСТАНОВЛЕНИЯ ЛИНЕЙНОСТИ ОПЕРАТОРА В ПРОСТРАНСТВЕ V3, СОСТОЯЩЕГО В ПОВОРОТЕ НА УГОЛ Ф ВОКРУГ ОСИ, ЗАДАВАЕМОЙ ЕДИНИЧНЫМ ВЕКТОРОМ Ē, С ВЫВОДОМ МАТРИЦЫ ЭТОГО ОПЕРАТОРА

Некиров М.В., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
matthew.nekirov@gmail.com
Петрова А.Р., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
annyurochka@gmail.com
Научный руководитель: Тумор С.В., ст. преподаватель
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

В работе рассматривается вопрос о повороте вектора $\bar{x}$ в трехмерном пространстве на заданный угол φ вокруг заданного единичного вектора $\bar{e}$. Цель работы – доказательство линейности оператора поворота $U(\bar{e}, \varphi)$ и вывод матрицы этого оператора.

Ясно, что результат действия оператора на вектор $\bar{x}$ будет иметь вид:

$$\bar{y} = U\bar{x} = \bar{y_e} + \bar{y}_\alpha, \quad (1)$$

где $\bar{y}_e$ – составляющая вектора $\bar{y}$ вдоль оси $\bar{e}$, $\bar{y}_\alpha$ – составляющая вектора $\bar{y}$, компланарная плоскости α. Плоскость α – некоторая выбранная плоскость, перпендикулярная вектору $\bar{e}$.

Рассматриваемый оператор будет линейным, поскольку выполняются условия линейности оператора: $U(\lambda\bar{x}) = \lambda U(\bar{x})$, $U(\bar{x}_1 + \bar{x}_2) = U(\bar{x}_1) + U(\bar{x}_2)$ [1].

Для вывода матрица оператора поворота U нужно найти векторы $\bar{y_e}$ и $\bar{y}_\alpha$.

$$\overline{y_e} = \overline{x_e} = (\bar{e}, \bar{x})\bar{e}, \quad (2)$$

где $\overline{y_e} = \bar{x}_e$, так как при повороте вектора $\bar{x}$ на угол φ проекция вектора $\bar{x}$ на ось поворота $\bar{e}$ не изменится.

Составляющая $\bar{y}_\alpha$ получается из вектора $\bar{x}_\alpha$ поворотом в плоскости α на угол φ. Определим эту составляющую.

Координаты вектора $\bar{x}$ нам известны, координаты вектора $\bar{x}_\alpha$ нетрудно получить. Поэтому разложим вектор $\bar{y}_\alpha$ на два вектора, лежащих в плоскости α. Для этого введем вспомогательный вектор $[\bar{e}, \bar{x}_\alpha]$, лежащий в плоскости α перпендикулярно $\bar{x}_\alpha$. Заметим, что $[\bar{e}, \bar{x}_\alpha], \bar{x}_\alpha, \bar{e}$ – правая тройка векторов. Поскольку векторы $[\bar{e}, \bar{x}_\alpha]$ и $\bar{x}_\alpha$ линейно независимы (образуют базис), выразим вектор $\bar{y}_\alpha$ через $[\bar{e}, \bar{x}_\alpha], \bar{x}_\alpha$.

$$\bar{y}_\alpha = |\bar{x}_\alpha| cos\varphi \frac{\bar{x}_\alpha}{|\bar{x}_\alpha|} + |\bar{x}_\alpha| sin\varphi \frac{[\bar{e}, \bar{x}_\alpha]}{|[\bar{e}, \bar{x}_\alpha]|} = cos\varphi\, \bar{x}_\alpha + sin\varphi [\bar{e}, \bar{x}_\alpha]. \quad (3)$$

Наконец,

$$\overline{x_\alpha} = \bar{x} - \overline{x_e} = \bar{x} - (\bar{x}, \bar{e})\bar{e}. \quad (4)$$

Подставляя (2), (3), (4) в (1), получаем:

$$\bar{y} = (\bar{x}, \bar{e})\bar{e} + cos\varphi(\bar{x} - (\bar{x}, \bar{e})\bar{e}) + sin\varphi[\bar{e}, \bar{x} - (\bar{x}, \bar{e})\bar{e}] =$$
$$= cos\varphi\, \bar{x} + (1 - cos\varphi)(\bar{x}, \bar{e})\bar{e} + sin\varphi[\bar{e}, \bar{x}]. \quad (5)$$

Поскольку единичный вектор $\bar{e}$ имеет координаты $\bar{e} = (cos\alpha, cos\beta, cos\gamma)$, то из (5) получаем матрицу оператора поворота U:

$$\begin{pmatrix} (1 - cos\varphi)cos^2\alpha + cos\varphi & (1 - cos\varphi)cos\alpha \cdot cos\beta - cos\gamma \cdot sin\varphi & (1 - cos\varphi)cos\alpha \cdot cos\gamma + cos\beta \cdot sin\varphi \\ (1 - cos\varphi)cos\alpha \cdot cos\beta + cos\gamma \cdot sin\varphi & (1 - cos\varphi)cos^2\beta + cos\varphi & (1 - cos\varphi)cos\beta \cdot cos\gamma - cos\alpha \cdot sin\varphi \\ (1 - cos\varphi)cos\alpha \cdot cos\gamma - cos\beta \cdot sin\varphi & (1 - cos\varphi)cos\beta \cdot cos\gamma + cos\alpha \cdot sin\varphi & (1 - cos\varphi)cos^2\gamma + cos\varphi \end{pmatrix}$$

Таким образом, мы установили линейность и вывели матрицу оператора поворота на заданный угол вокруг заданного единичного вектора в трехмерном пространстве. Отметим, что матрицы поворота – один из основных инструментов для описания преобразований, которые находят применение в таких областях как: медицина, физика, астрономия, компьютерная графика, робототехника и многих других.

Список литературы

1. Ильин, В.А. Линейная алгебра: учебник / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. 6-е изд., стер. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2020. 280 с.

УДК 519.2

АНАЛИЗ СВЯЗИ МЕЖДУ РЕЗУЛЬТАТАМИ ЭКЗАМЕНА ПО МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ ГРУППЫ ЛТ10-21Б И РЕЗУЛЬТАТАМИ ИХ РАБОТЫ В ТЕЧЕНИЕ СЕМЕСТРА

Снегирев С.Д., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
snegirev.stepan2016@yandex.ru
Студенков Г.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
studenkovga@mail.ru
Научный руководитель: Полещук О.М., д.т.н., профессор
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Работа в течение семестра оказывает большое влияние на итоговую оценку по предмету, так как происходит сложение баллов за экзамен и баллов за работу в течение указанного времени. Поэтому оценка за работу в семестре должна быть максимально объективной и отображать реальные знания, но некоторые виды проверочных работ не всегда отображают реальные знания, так как студенты могут пользоваться дополнительными источниками. Поэтому исследуется зависимость между баллами за работу в течение семестра и баллами за экзамен для принятия решений по повышению объективности оценок студентов.

Для изучения зависимости будем использовать реальные данные студентов группы ЛТ10-21Б.

Баллы, набранные в течение семестра:

$$\mathrm{X} = \{ 42, 53, 55, 52, 66, 53, 55, 55, 52, 43 \}.$$

Баллы, набранные на экзамене:

$$\mathrm{Y} = \{ 18, 26, 25, 19, 23, 21, 28, 18, 27, 23 \}.$$

Найдем коэффициент корреляции используя анализ данных в программе MS Excel:

$$\mathrm{r}_{xy} \approx 0{,}26.$$

Так как коэффициент корреляции мал, то зависимость довольно слабая, однако она есть.

Построим линейную и квадратичную регрессионные модели в программе MS Excel и найдем функции: линейную $f(x)$ и квадратичную $g(x)$.

$$f(x) = 0{,}1446x + 15{,}192$$
$$g(x) = -0{,}0142x^2 + 1{,}6488x - 24{,}142$$

Найдем коэффициенты детерминации для линейной и квадратичной зависимостей:

$$R_{\text{л}}{}^2 \approx 0{,}068;$$
$$R_{\text{к}}{}^2 \approx 0{,}126.$$

Определим, какая модель точнее. Посчитаем ошибку:

$$S_{\text{л}} = \sum_{i=1}^{n}(f(x_i) - y_i)^2 = \sum_{i=1}^{10}(0{,}1446x_i + 15{,}192 - y_i)^2 \approx 2423{,}77;$$
$$S_{\text{к}} = \sum_{i=1}^{n}(g(x_i) - y_i)^2 = \sum_{i=1}^{10}(-0{,}0142x_i{}^2 + 1{,}6488x_i - 24{,}142 - y_i)^2 \approx 107{,}82.$$

Так как $S_{\text{к}} < S_{\text{л}}$ и $R_{\text{л}}{}^2 < R_{\text{к}}{}^2$, выбираем квадратичную модель.

Как уже было сказано, баллы за работу студентов в течение семестра оказывают большое влияние на их итоговую оценку по предмету. Однако при определенных условиях это влияние практически отсутствует, например, когда большинство студентов пользуются дополнительными источниками в течение семестра и не пользуются на экзамене. На полученные результаты, конечно, может влиять и малочисленность выборки. Проведенные исследования показали, что зависимость существует, но она явно не линейная. Требуется больше данных и, возможно, введение в регрессионные модели дополнительных переменных. Кроме этого, с целью повышения объективности оценок студентов больший вес по вкладу в баллы за работу в течение семестра должны иметь контрольные мероприятия, которые проводятся в аудитории с преподавателем [1].

Список литературы

1. Полещук О.М. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики: Учебное пособие. М.: Москва, 2020. 248 с.

УДК 519.6

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Тимофеев К.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
KirillTimof33ff@yandex.ru
Научный руководитель: Чернова Т.В., ст. преподаватель
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Рассматривая задачу трёх тел (задача Аренстрофа) – эксперимента по проектированию траектории полёта тела по орбитам Луны и Земли (также может встретиться более популярная форма задачи в телах Солнца, Земли и Луны) – можно вывести несколько интересных закономерностей при численном решении определённых интегралов с заданной точностью. Задача не имеет точного решения, однако уже множество раз в отечественной и зарубежной литературе эксперимент был поставлен успешно и найдены оптимальные начальные условия для желаемого решения системы дифференциальных уравнений, построенной Аренстрофом. Иначе говоря, задачу следует рассматривать как удобную почву для разрешения вопроса оптимизации алгоритмов численных методов для дифференциальных систем и прочих задач на стыке информатики и математики.

Так, например, метод Эйлера по решению системы дифференциальных уравнений в численном виде не даёт желаемых результатов и явно показывает себя не удовлетворительным для характерных задач, хотя и является наиболее распространённым и удобным с точки зрения численных методов, вычислительных алгоритмов, инженерии и многих других областей. Всё дело в том, что система задачи трёх тел является достаточно сложной с точки зрения математики и требует к себе точного подхода. В поставленном автором эксперименте метод Эйлера используется только в интересах сравнения [1].

Успешной альтернативой является продолжение идеи Эйлера в методе Рунге-Кутты 4-го порядка. Являясь более точным, а, следовательно, более подходящим к задаче, метод Рунге-Кутты даёт отличные результаты решения системы дифференциальных уравнений системы трёх тел при точностях выше 1e – 2 [2].

Однако предыдущий абзац показывает лишь общеизвестные и достаточно популярные идеи. Работа не сводится только к описанию алгоритмов вычисления решения системы, автор пытается найти объективно удобное и эффективное решение, оптимизированное как в интересах математической точности, так и вычислительной мощности. Для этого выводятся четыре различных решения системы:

– методом Эйлера с постоянным шагом интегрирования;
– методом Эйлера с адаптивным шагом интегрирования;
– методом Рунге-Кутты с постоянным шагом интегрирования;
– методом Рунге-Кутты с адаптивным шагом интегрирования;

Под постоянным шагом подразумевается типичный метод интегрирования с заданным шагом, разбивающим область интегрирования, в данном случае пространство времени, заданное как период полного облёта телом Луны и Земли. Под адаптивным шагом понимается алгоритм подбора эффективного шага, сокращающего количество шагов вычисления и не понижающего точность при этом. Важно заметить, что в таких сложных задачах как моделирование космического полёта, просто необходимо использование подобных алгоритмов, так как в областях сильного притяжения скорость тела изменятся гораздо быстрее и неравномернее, чем в областях удалённых от тел больших масс [3].

По результатам всех испытаний были выведены графики траекторий космического полёта при различных заданных требованиях к точности. Анализируя их, можно подтвердить вышеизложенные тезисы касаемо использованных методов, а также доказать, что алгоритм адаптивного шага достаточно корректно написан, чтобы не допустить потерь в точности вычислений. Также проведены испытания расчёта Рунге-Кутты 4-ого порядка на адаптивном

шаге интегрирования в пространстве точностей от 1e-2 до 1e-5, благодаря чему выведены точные оценки наиболее оптимального решения задачи, куда входит: минимальное количество ошибок выбора шага, минимальное количество полезных шагов вычисления, максимальная точность решения.

Список литературы

1. Охоцимский Д.Е., Сихарулидзе Ю.Г. Основы механики космического полёта. М.: Изд-во «НАУКА», 1990. 448 с.
2. Principles of Flight for PPL and Beyond (Skills for Flight) L.: Oxford Aviation Training, 2007. V. 5. 482 p.
3. Грэхэм Р., Кнут Д., Пташник О. Конкретная математика. Основание Информатики. / в переводе Б.Б. Походзея, А.Б. Ходудёва. М.: Мир, 1998. 703 с.

СЕКЦИЯ «ПЕДАГОГИКА, ПСИХОЛОГИЯ, ПРАВО, ИСТОРИЯ И ФИЛОСОФИЯ»

УДК 159.96

ОДИНОЧЕСТВО В ЖИЗНИ СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ: ПРИЧИНЫ, ВИДЫ И ВЛИЯНИЕ

Ерофеев И.С., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
erofeev.igor.fz@gmail.com
Научный руководитель: Тихвинский П.Н., ст. преподаватель
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана факультет «Космический»
tihvinskiy@bmstu.ru

Одиночество вызывает растущую озабоченность среди современной молодежи, влияя на ее психическое здоровье и общее благополучие. Причины одиночества многогранны, включая психологические и физические факторы, а также социальные и культурные влияния. Создание условий для актуализации позитивного потенциала одиночества может стать ключевым методом помощи молодым людям.

Психологическое измерение одиночества также связано с восприятием человеком своей ситуации, а также с его способностью справляться с негативными жизненными событиями и переживаниями.

Результаты изучения подчеркивают психологические причины одиночества среди современной молодежи, такие как поиск идентичности и чувства принадлежности к обществу, завышенные ожидания в отношении себя и других, а также проблемы, связанные с самооценкой.

Известны также физические факторы одиночества: вынужденный переезд в новый город и значительные изменения семейных обстоятельств, развод или потеря близкого человека. Данные факторы могут способствовать чувству одиночества среди молодых людей.

Существуют разные типы одиночества в зависимости от их продолжительности и интенсивности. Временное одиночество характеризуется кратковременным чувством изоляции, тогда как хроническое одиночество представляет собой постоянное и продолжающееся переживание разобщенности и изоляции. Кроме того, выделяют эмоциональное одиночество, являющееся следствием отсутствия близких, интимных отношений, и социальное одиночество, являющееся следствием отсутствия социальных связей и взаимодействий.

Влияние социальных сетей и урбанизации на одиночество среди современной молодежи нельзя игнорировать. Социальные сети могут создать ложное чувство связи и принадлежности, а урбанизация может привести к ощущению анонимности и оторванности от сообщества. Постоянная информационная бомбардировка и давление с целью соответствия социальным стандартам также могут способствовать возникновению чувства одиночества и изоляции [1].

Одиночество оказывает существенное влияние на психическое здоровье молодых людей. Исследования показывают, что молодые люди, которые чувствуют себя одинокими, имеют в два раза больший риск развития проблем с психическим здоровьем по сравнению с теми, кто не чувствует себя социально изолированным. Социальная изоляция и чувство одиночества могут усугубить проблемы психического здоровья у молодых людей.

Одиночество может проявляться как эмоциональное состояние, характеризующееся отсутствием близких отношений с другими людьми, что может быть особенно трудным для молодых людей, поскольку они находятся на том этапе жизни, когда проблемы воспринимаются как более серьезные.

Молодые люди, испытывающие одиночество, могут с трудом найти работу, что может еще больше усилить чувство изоляции и повлиять на их психическое здоровье. Однако одиночество также может быть ресурсом для личностного развития, поскольку оно может привести к самопознанию и саморегуляции. При правильной поддержке молодые люди могут

научиться справляться с одиночеством и развивать свои внутренние ресурсы, что может помочь им повысить устойчивость и улучшить свое психическое здоровье.

Подводя итог, можно сказать, что одиночество является серьезной проблемой, влияющей на психическое здоровье молодых людей. Важно предоставить молодым людям поддержку, необходимую им, чтобы справиться с одиночеством и развить свои внутренние ресурсы, которые могут помочь им повысить устойчивость и улучшить свое психическое здоровье [2].

Для оказания помощи молодым людям, людям, страдающим от одиночества, могут использоваться различные методы лечения и поддержки. Создание условий для актуализации позитивного потенциала одиночества может стать ключевым методом помощи молодым людям. Это включает в себя анализ проявлений и отрицательных аспектов одиночества, осознание собственного одиночества и необходимости развития личности, а также групповые дискуссии на тему «кризиса с независимостью». Посещение психолога или психотерапевта может быть эффективным способом помощи одиноким людям [3].

Важным аспектом помощи молодым людям в одиночестве является общение с близкими, друзьями, коллегами. Поддержка окружающих людей, прислушивание к их советам и поддержке, а также помощь другим людям могут помочь преодолеть чувство душевной пустоты и одиночества.

Уединение и время для саморефлексии могут быть полезны для молодых людей, страдающих от одиночества. Это время может быть использовано для переосмысления жизни, размышлений и самопознания. В целом, сочетание психолого-педагогической помощи, психотерапии, общения, самосовершенствования и поиска может быть эффективным подходом для помощи молодым людям, испытывающим одиночество.

Одиночество – сложная и многогранная проблема, влияющая на психическое здоровье и благополучие современной молодежи. Понимая психологические и физические причины одиночества, а также влияние социальных сетей и урбанизации, мы можем начать разрабатывать стратегии и меры для решения этой растущей проблемы. Важно признать, что одиночество – это не признак слабости, а, скорее, отражение сложного и неспокойного мира, в котором живут молодые люди. Воспитывая чувство связи, общности и принадлежности, мы можем помочь молодым людям преодолеть чувство одиночества и построить более светлое и спокойное будущее.

Список литературы

1. Грачева И.А. Проблема одиночества подростков в современном мире. // Международный студенческий научный вестник. 2021. № 2. URL: https://eduherald.ru/ru/article/view?id=20574 (Дата обращения: 01.05.2024).
2. Задорожная О.В. Одиночество как одна из форм девиантного поведения: причины и особенности проявления // Общество и право. 2005, №4 (10). С. 66-67.
3. Юлдашева М.Б. Изучение проблемы одиночества современной молодежи // Вестник науки и образования. 2019 № 24 (78). Ч. 3. С. 66-68.

УДК 111

ИНФОРМАЦИЯ КАК ВИД БЫТИЯ

Идиатуллина А.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
alena.idiatullina@mail.ru
Научный руководитель: Фалько В.И., к.ф.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Понятие «информация» обрело в XX веке научный и философский статус и набирает всё больший «вес», получает всё более широкое распространение в теоретическом знании. Из

обыденного понимания информации, как получения и передачи различного рода сведений в коммуникационной практике человеческого общения, данное понятие трансформировалось в категорию, используемую во всех социальных науках, а затем проникло в космологию, биологию, химию и квантовую физику. При этом оказывается, что свойства информации не сводятся к свойствам материи и энергии. Информация, по крайней мере, в мире живых организмов и социуме, не только не сохраняется количественно, но постоянно растёт по мере усложнения органических и социокультурных систем, а может и теряться. Всё более тщательная разработка астрофизиками концепции Мультиверса даёт основание предположить, что информация («информационное поле») выходит за рамки закона сохранения энергии. Последний в таком варианте становится не всеобщим, а относительным (частным) по отношению к закону существования и развития информации. В то же время информацию невозможно выделить в «чистом» виде, без вещественно-энергетического носителя. С другой стороны, информация как объективно данная реальность отличается и от духовных, и от психических явлений. Поэтому перед философией стоят задачи изучения этого феномена как особого вида бытия.

Цель исследования – выяснить, является информация только отражением чего-либо или обладает самостоятельным бытием, установить её онтологический статус, определить формы и способ её существования. Для этого необходимо сконцентрировать внимание на фундаментальной категории бытия, объединяющей три важнейшие сферы реальности – материю, жизнь и сознание.

Развитие содержания фундаментальной категории бытия в философии прошло определённый цикл: бытие как материальная (вещественная) сущность, бытие – субстанция жизни (душа и семя), бытие – система экзистенциалов человеческого духа. Эти этапы понимания фундаментальной категории бытия соотносятся с видами бытия, выделяемыми на основе присущих им форм существования. В XX в. философы Н.О. Лосский, Р. Рорти, А.М. Анисов выделили три вида бытия: пространственно-временное (материя), внепространственно-временное (психическое и психоидное – жизнь), внепространственно-вневременное (идеальное, или метафизическое). Однако четвёртый логически мыслимый вариант: пространственно-вневременное бытие – никем не признавался.

Тем не менее, в научной и философской мысли 20-го столетия созревало понимание того, что в отмеченные выше виды бытия не укладывается понятие информации. Н. Винер в 1948 г. писал: «Информация есть информация, а не материя и не энергия» [1]. А немецкий философ Г. Гюнтер разовьёт эту мысль далее: «Информация есть информация, а не дух или субъективность» [2]. Тем самым было показано, что информация не выводима из трёх вышеуказанных видов бытия: материального, психического и идеального. Как известно, на признании первичности этих видов реальности основаны три линии в философии: материализм, идеализм и нейтральный монизм.

Сложились условия для появления четвёртой линии в философии, признающей первичность информации. Основания такого направления в философии заложили, независимо друг от друга, российские учёные – А.Н. Яковлев (1992) и И.И. Юзвишин (1993). Последний даёт такое, объективистское, по нашему мнению, определение информации как субстанции: «Информация – всеобщая генеративная основа природы и общества; это универсальное генеративное поле Вселенной и универсальное начало всех начал; информация первична, материя вторична. Информация – универсальный генеративный ресурс Вселенной, безальтернативный первоисточник развития и благосостояния народов Мира» [3]. Однако «информациализм», как философия, и информациология, как наука, были подвергнуты резкой критике со стороны ряда философов и учёных. В конце XX века в мировой и отечественной философии уже утвердилось представление о том, что из абстракций, выражающих отдельные виды бытия, нельзя вывести всю реальность мироздания.

Но наука и философия информационной эпохи показали, что именно понятия информации недостаёт для полноты описания оснований мира, в своём единстве составляющих конкретно-всеобщее содержание отношения человека к миру и мира к человеку. Поэтому информация

может быть поставлена в один ряд с категориями материального, психического и идеального бытия.

Развивая эти идеи, В.И. Фалько в своём докладе на XIX Всемирном философском конгрессе в Москве (1993) предложил концепцию *информации как пространственно-вневременного бытия*. Данная трактовка позволила получить полный класс видов наличного бытия. Дальнейшее развитие этой концепции осуществляется в рамках современной философской онтологии, которая представляет мир как единство наличного, виртуального и духовного типов реальности [2].

Из сказанного можно сделать следующие выводы. Информация есть вневременное пространственное бытие. Понятие информации – не только абстракция, но и конкретно-всеобщая категория, связанная с материальным, идеальным и психическим видами бытия. Информация – организующее начало в мире, упорядочивающее хаос, наполняющее содержанием и смыслом структуру и субстрат природных и социальных объектов. Формы существования информации – пространство и вневременность. Способ существования информации – сохранение, пространственная недвижность и вневременное движение.

Список литературы

1. Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. М.: Советское радио, 1958. 215 с.
2. Фалько В.И. Типология реальностей // Философские науки. 2005. № 7. С. 118–132.
3. Юзвишин И.И. Основы информациологии: учебник. М.: Высшая школа, 2001. 596 с.

УДК 159.98

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОМАНДНОЙ РАБОТЫ

Китанина А.Е., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
angelinakitanina@mail.ru
Научный руководитель: Крыжановская И.В., к.п.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
kririna3@rambler.ru

Командная работа представляет собой процесс взаимодействия нескольких человек, объединений всех лиц и задач. У нее есть свои особенности и требования, которые необходимо учитывать для достижения эффективных результатов. Функциональные роли участников подчеркивают их должностные обязанности, навыки и компетенции. Кроме того, каждому участнику отведена командная роль, которая зависит от его способностей работать в группе, поддерживать ее мотивацию и координировать действия.

Основным критерием эффективности командной работы является соответствие результатов объемам работы, критериям качества и срокам. Это означает, что результат работы команды должен соответствовать ожиданиям заказчиков и пользователей, а также быть достигнутым в установленные сроки. Социальные меры в командной работе играют решающую роль в обеспечении эффективных результатов.

Эффективная команда должна произвести положительное впечатление на себя у ее участников, обеспечить расширение круга знаний специалистов команды и предоставить возможность получить новые навыки.

Распределение ролей в команде также имеет важное значение. Оно должно быть сбалансированным и соответствовать компетенциям и навыкам участников. Кроме того, ответственные роли должны обеспечивать развитие навыков коллективной работы и стратегии координации [1].

Психологические факторы также влияют на эффективность командной работы. Они включают мотивацию, взаимодействие, коммуникацию и управление конфликтами. Кроме того, главная роль заключается в формировании личностных качеств участников, таких как креативность, инициативность, гибкость и адаптивность.

Успешная командная работа требует постоянного развития. Это включает в себя управление целями и задачами команды, развитие навыков коллективной работы, управление конфликтами и развитие личностных качеств участников [2].

Конфликты в группе могут возникать по различным причинам, таким как разногласия по поводу целей и задач, различия во взглядах и убеждениях, конкуренция.

Конфликты в сообществе могут иметь как положительные, так и отрицательные последствия. С одной стороны, они могут способствовать развитию критического мышления, креативности и инноваций. С другой стороны, они могут привести к снижению мотивации, дезорганизации работы и снижению производительности.

Улучшить эффективность командной работы можно, в частности, путем регулярной оценки работы сотрудников и предоставления им обратной связи, создания благоприятной рабочей атмосферы, учета четких целей и ожиданий от каждого сотрудника, проявления требовательности, повышения качества работы сотрудников, налаживания общения между сотрудниками и повышения эффективности совместной работы, использование специальных инструментов для совместной работы, внедрение командной работы и налаживание формирования командной работы, четкое понимание стратегических целей организации, адаптация к реалиям и адаптивности руководителя, повышение уровня исполнительской дисциплины и помощи сотрудникам, которые работают на дому. Кроме того, важно определить, в каком состоянии находится команда, и оценить эффективность работы команды с помощью существующих методик [3].

Улучшить взаимопонимание в группе можно, в частности, путем открытого и прямого общения, разделения четких командных ролей и обязанностей каждой стороны, обеспечения взаимодействия и сотрудничества, формирования единой корпоративной культуры и формирования общих целей, проведения тренингов и коллективного обучения единым знаниям и навыкам, решения вопросов.

Для формирования культуры открытости и понимания в команде необходимо:

– открытое и прямое общение: поддерживайте открытость в коллективе, поощряйте честные и прямые разговоры между участниками команды;

– установление четких ролей и обязанностей: определите роли и обязанности каждой стороны, чтобы избежать недопониманий и противоречий;

– проведение тренингов и обучения: организуйте тренинги и обучающие мероприятия, чтобы улучшить общение и понимание между участниками команды.

– решение вопросов: необходимо активно решать конфликтные ситуации и разногласия, чтобы поддерживать атмосферу взаимопонимания и сотрудничества.

– использование специальных инструментов для совместной работы: используйте инструменты для совместной работы, которые обеспечивают эффективное общение и взаимодействие в команде.

Эти шаги помогают создать атмосферу открытости, взаимопонимания и сотрудничества в группе, способствуя более эффективной работе и достижению целей.

Список литературы

1. Авдеев В.В. Управление персоналом: технология формирования команды: учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2021. 544 с. URL: https://znanium.com/catalog/product/1478899. (Дата обращения 01.05.2024)

2. Корниенко В.И. Командообразование: учебник для вузов. М.: Юрайт, 2023. 291 с. URL: https://urait.ru/bcode/520204. (Дата обращения 01.05.2024)

3. Надточий Ю.Б. Командообразование: учеб. пособие. М.: ИТК Дашков и К°, 2020. 238 с. URL: https://znanium.com/catalog/product/1081685. (Дата обращения 01.05.2024)

УДК 166

ДЕКАБРЬСКАЯ ПАУЗА ВО ВРЕМЯ ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

Кузнецов К.Д., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
fantalol525@gmail.com
Научный руководитель: Ищенко Е.Н., к.и.н., доцент,
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана факультет «Космический»

Декабрьское перемирие в ходе Первой мировой войны – довольно уникальное событие, которое произошло 25 декабря 1914 г. в Бельгии, рядом с городом Ипр, несмотря на всю жестокость войны… Менее чем через год неподалёку от этого места, под руководством лауреата Нобелевской премии Фрица Габера произойдёт газовая атака, в ходе которой в первый же день погибнет по разным оценкам около пяти тысяч человек.

В разгар разрушительной Первой мировой войны произошло необычайное проявление мира и братства, известное как Декабрьское перемирие. Это стихийное событие, возникшее спонтанно вдоль Западного фронта 25 декабря 1914 г., стало свидетельством необычайной человечности среди ужасов войны.

После месяцев кровавых сражений и огромных потерь солдаты с обеих воюющих сторон были истощены и нуждались в отдыхе. К Рождеству атмосфера вдоль линий фронта начала меняться, когда солдаты начали обмениваться подарками и петь песни. Лейтенант Альберт Рейнс, прикомандированный ко 2-му батальону Королевского полка, так описал братание, которое развилось в их секторе Нев-Шапель: «…Привет, Инглиш, счастливого Рождества! … Англичанин, сегодня мы друзья! Не стреляйте, мы не будем стрелять». – Мы кричали в ответ, что не будем стрелять» [1].

24 декабря немецкие солдаты разместили вдоль своих окопов рождественские елки, украшенные свечами и песнями. Британские солдаты, увидев это, немедленно ответили, играя на своих волынках и рожках. В ночь на 25 декабря происходили довольно интересные события, помимо разговоров, передачи телеграмм на оккупированные территории, обмена подарками в виде алкоголя и табака.

На следующее утро, в Рождество, перемирие стало официальным. Солдаты вышли из своих окопов и встретились на нейтральной полосе, где обменивались подарками, пели рождественские гимны и играли импровизированные футбольные матчи. Рассказ о футбольном матче между англичанами и немцами стал легендой [2].

Перемирие быстро распространилось по всему Западному фронту, охватив французские, британские, немецкие и бельгийские войска. Солдаты разных стран вместе фотографировались, обменивались сувенирами и выражали свои надежды на быстрое окончание войны.

Декабрьское перемирие было неофициальным событием на местах без согласия или поддержки военного командования. Генералы с обеих сторон пытались пресечь его, но солдаты сопротивлялись и даже угрожали бунтами.

Хотя перемирие продлилось всего несколько дней, оно оказало глубокое воздействие на участников и мир в целом, и продемонстрировало, что даже в разгар войны человечность может преодолеть ненависть и разделение. Это также дало солдатам редкую возможность по-настоящему узнать своих противников как людей.

Оценку декабрьскому перемирию дал лидер российских большевиков В.И. Ленин. В своей статье «Значение братанья» он отмечает: «…не все приветствовали пробуждение совести и ума простых солдат» [3].

К концу декабря военные лидеры с обеих сторон приняли жесткие меры, чтобы положить конец перемирию. Артиллерийский огонь возобновился, и война продолжилась с прежней жестокостью. Тем не менее, Декабрьское перемирие осталось мощным напоминанием о потенциале мира и примирения, которое сохранилось в раздираемом войной мире.

Список литературы

1. Richards A. The True Story of the Christmas Truce: British and German Eyewitness Accounts from World War I, Bransley: Greenhill Books, 2021. 256 p.
2. Kreisler F. Four Weeks in the Trenches; the War Story of a Violinist. Boston, New York: Houghton Mifflin co., 1915. 74 p.
3. Ленин В.И. Полное собрание сочинений: в 55 т. Т. 31. М.: Политиздат, 1962. 459 с.

УДК 378.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ СТАРОСТЫ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ СТУДЕНЧЕСКОЙ ГРУППЫ: ОПЫТНО-ЭКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ

Рождественская Е.В., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
lenapoleno2504@mail.ru
Научные руководители: Салун С.Н., к.т.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
Ускова Д.Н., д.п.н., профессор
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

В статье рассмотрены локальные правовые документы высших учебных заведений, применяемые для определения обязанностей и регулирования деятельности старосты учебной группы. Проанализированы с помощью метода интеркорреляции взаимосвязи между факторами образовательной среды и качествами психологического профиля старосты.

В высших учебных заведениях существует многоуровневая система контроля и управления студентами. Общеизвестно, что в эту структуру входит деканат, учебный отдел и иные официальные административные органы образовательного учреждения. Вместе с тем определенную вспомогательную функцию в этом процессе выполняют старосты учебных групп.

Для придания легальности полномочиям старосты могут применяться различные правовые документы, которые регулируют его деятельность и обязанности. Как правило, характер данного рода документов локален. К ним можно отнести:

1. Устав учебного заведения: содержатся основные положения о структуре и деятельности вуза; могут быть прописаны положения о старосте и его роли в учебном процессе.
2. Положение о старосте: определяет обязанности старосты, его права и ответственность; устанавливает процедуры выбора старосты, его функции в учебной группе.
3. Правила внутреннего распорядка: регламентируют поведение студентов и организацию учебного процесса, могут содержать указания по выполнению обязанностей старосты.
4. Документы о студенческом самоуправлении: определена роль старосты как представителя студенческого коллектива и его обязанности.

Эти правовые документы обеспечивают координацию взаимодействия людей, находящихся на различных уровнях иерархии в образовательном процессе. Сами по себе правовые документы необходимы для успешного функционирования старосты. Однако только их наличия недостаточно для положительного результата, прежде всего, следует учитывать психологический профиль старосты [1].

Задача исследования – выявление взаимосвязи факторов образовательной среды и психологического профиля старосты. Проводилось исследование в Мытищинском филиале

МГТУ им. Н.Э. Баумана. Его респондентами стали студенты 2–4 курсов бакалавриата и 2 курса магистратуры кафедры К7 «Педагогика, психология, право, история и философия» в количестве 24 человек (N = 24) в возрасте от 19 до 25 лет. В качестве методики использовались две анкеты: оценка психологических качеств идеального старосты, оценка профессионально значимых факторов образовательной среды [2]. Данные получены в результате использования интеркорреляции. Этот метод позволяет определить, насколько тесно связаны между собой факторы образовательной среды и качества психологического профиля старосты. Корреляционный коэффициент может принимать значения от –1 до +1: значение ≥ 0,45 указывает на сильную положительную корреляцию; значение: > 0,35 указывает на положительную корреляцию; значение ≤ 0,35 указывает на слабую положительную корреляцию; значение 0 – отсутствие корреляции; значение ≥ – 0,35 указывает на слабую отрицательную корреляцию; значение < – 0,35 указывает на отрицательную корреляцию; значение ≤ – 0,45 указывает на сильную отрицательную корреляцию [3].

Руководствуясь полученными данными, можно констатировать, что между факторами образовательной среды и психологическим профилем старосты выявлены три сильные положительные корреляции:

1. Уровень профессиональной общетеоретической подготовки и ответственность. Люди, обладающие высоким уровнем ответственности, обычно более дисциплинированы и надежны в своей работе.
2. Владение иностранным языком и хорошая успеваемость. Успешное обучение и хорошая успеваемость могут способствовать лучшему усвоению иностранного языка, поскольку человек, который хорошо справляется с учебными заданиями, обычно имеет хорошие когнитивные способности, умение запоминать и анализировать информацию.
3. Навыки управления персоналом и дисциплинированность. Дисциплинированность помогает старосте устанавливать порядок, следовать установленным процедурам и эффективно управлять работой своей учебной группы.

Таким образом, в ходе исследования была проведена оценка устойчивости взаимосвязи факторов образовательной среды и психологического профиля старосты. Были выявлены сильные положительные связи между факторами образовательной среды и качествами психологического профиля старосты: уровень профессиональной общетеоретической подготовки и ответственность, владение иностранным языком и хорошая успеваемость, навыки управления персоналом и дисциплинированность.

Список литературы

1. Авдиенко Г.Ю. Психологическое понятие образовательной среды вуза // Психопедагогика в правоохранительных органах. 2010. № 4 (43). С. 36-38.
2. Леванова Л. Н. Эконометрика: учеб.-метод. пособие. Саратов: Амирит, 2015. 144 с.
3. Рождественская Е.В. Староста учебной группы как агент социализации в образовательном процессе вуза в условиях неопределённости // Вестник МПА ВПА: сборник научных трудов. № 2 (4). С. 194-197.

УДК 113

ФИЛОСОФИЯ ПРИРОДЫ М.М. ПРИШВИНА

Шлома А.В., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
artem.shloma@inblox.ru
Научный руководитель: Тихвинский П.Н., ст. преподаватель
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана факультет «Космический»

Михаил Пришвин – российский писатель, известный своим философским и мировоззренческим контекстом в творчестве. Его произведения глубоко индивидуальны и

личностны, в них основное внимание уделяется отношению человека к миру, его противоречиям. Философско-мировоззренческая основа его творчества значительна, поскольку отражает культурно-идеологические влияния на писателя и позволяет всесторонне понять его идеи.

Язык Пришвина уникален, он часто использует аллегории и метафоры для выражения своих мыслей. Например, метафора «оболочка души» используется для передачи представления о душе как хранилище личных переживаний и эмоций. Использование таких литературных приемов позволяет Пришвину ярко и доступно выражать сложные философские идеи.

Понятие «связанное внимание» занимает центральное место в творчестве Пришвина, находящееся под влиянием развития естествознания и поэтического восприятия мира профессиональными биологами. Эта концепция представляет собой философско-этическое утверждение общечеловеческих ценностей и тесно связана с «суверенным восприятием» природы, которому свойственны сопереживание и интуитивное понимание [1].

Таким образом, философия Пришвина характеризуется глубоким пониманием мира природы, ориентацией на индивидуальный опыт и восприятие, а также использованием литературных приемов для передачи сложных идей. Его работы являются важным вкладом в русскую литературу и философию, и продолжают изучаться и анализироваться учеными и сегодня.

Михаил Пришвин развивает в своем творчестве несколько философских идей, в том числе о взаимоотношениях человечества и мира, социальных противоречиях и природе человеческого существования. Его произведения глубоко философские и отражают культурно-идеологические влияния своего времени [2].

Михаил Пришвин обращается в творчестве к таким темам, как философия природы, мотивированный антропологизм, родственное внимание, сочувственное созерцание природы, персонализм, эстетическая интерпретация идей, человек и природа, неприязнь и взаимовлияние.

Пришвин исследует динамику, смыслы, мотивы, биографическую и философскую инновационность этих тем. Его философско-мировоззренческая специфика творчества позволяет не только учитывать все богатство влияний, но и активно использовать психоанализ в своем творчестве.

Пришвин стремится понять и передать сложные отношения между человеком и природой, используя метафоры, аллегории и другие литературные приемы.

Одной из ключевых философских идей в творчестве Пришвина является концепция «связанного внимания», которая представляет собой философско-этическое утверждение общечеловеческих ценностей и тесно связана с «державным восприятием» природы. Эта концепция отражает глубокую привязанность Пришвина к миру природы и его веру в важность сочувствия и интуитивного понимания человеческих отношений.

Помимо этих тем, для творчества Пришвина характерна ориентация на индивидуальный опыт и восприятие. Он использует такие литературные приемы, как аллегория и метафора, чтобы передать сложные философские идеи ярким и доступным способом.

В целом творчество Пришвина представляет собой значительный вклад в русскую литературу и философию, и продолжает изучаться и анализироваться учеными и сегодня. Его произведения отражают его глубокое понимание человеческого состояния и его стремление исследовать сложности человеческого существования.

На творчество Михаила Пришвина влияют различные философские идеи и концепции, в том числе философия Фридриха Ницше.

Отношения между человечеством и миром, социальные противоречия и природа человеческого существования – ключевые философские идей, которые он развивает в своем творчестве [3].

Помимо Ницше, на творчество Пришвина повлияли идеи Анри Бергсона.

Анализ влияния идей Бергсона на мировоззрение и творчество Пришвина показывает, что писателя глубоко интересовали идеи философа о времени, сознании, взаимосвязи человека и Вселенной.

Для творчества Пришвина характерно философско-этическое утверждение общечеловеческих ценностей, тесно связанное с «державным восприятием» природы. Это отражает его глубокую признательность за мир природы и его веру в важность сочувствия и интуитивного понимания в человеческих отношениях.

Таким образом, на творчество Пришвина оказали влияние различные философские идеи и концепции, в том числе философия Фридриха Ницше и Анри Бергсона, марксизм, русское народничество. Концепция «связанного внимания» также имеет важное значение в его произведениях, отражая его глубокую привязанность к миру природы и его веру в важность сочувствия и интуитивного понимания в человеческих отношениях.

Список литературы

1. Визгин В.П. Пришвин и философия. СПб.: Центр гуманитарных инициатив, 2016. 240 с.
2. Подоксенов А.М. Михаил Пришвин: философско-мировоззренческие контексты творчества. // Credo New. 2013. № 4. URL: http://www.intelros.ru/readroom/credo_new/k4-2013/21496-mihail-prishvin-filosofsko-mirovozzrencheskie-konteksty-tvorchestva.html (Дата обращения 20.05.2024 г.)
3. Подоксенов А.М. Михаил Пришвин и Фридрих Ницше // Человек. 2008. № 5. С. 74–89.

СЕКЦИЯ «ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, СЕЛЕКЦИЯ И ПОЧВОВЕДЕНИЕ»

УДК 631.4

ПОЧВЕННО-ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ВОДНО-ЛЕДНИКОВОГО ЛАНДШАФТА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Берестнев Д.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
berestnevda@student.bmstu.ru
Диденко А.Д., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
anna2005didenko@gmail.com
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»

Лесорастительный потенциал почв – показатель, характеризующий способность почвы обеспечивать тот или иной уровень продуктивности древостоя. За маркеры лесорастительной оценки почвы авторы принимают разные показатели: содержание физической глины, мощность гумусированной части профиля и др.

Цель исследований – изучить почвенно-лесоводственный потенциал водно-ледникового ландшафта. За маркеры приняли почвообразующие породы и геоморфологические условия территории.

В качестве объекта исследования выбраны искусственные елово-сосновые насаждения Свердловского участкового лесничества Московского учебно-опытного лесничества, созданные в 1956 г. посадкой сеянцев.

Согласно физико-географического районирования, объект расположен в районе Подмосковной плоской зандровой равнины с отдельными пологими моренными поднятиями и неглубоким залеганием юрских глин и каменноугольных известняков, перекрытых водно-ледниковыми песками и супесями, с небольшими болотами, с сосновыми лесами на песчаных дерново-подзолистых почвах [1]. Формирование современного рельефа рассматриваемой территории происходило под влиянием процессов мощной ледниковой аккумуляции, а также речной эрозии и склоновой денудации. Изучаемая территория характеризуются сглаженным ледниковым рельефом и чехлом покровно-склоновых осадков. Согласно цифровой модели рельефа Московского учебно-опытного лесничества, полученной нами по данным SRTM, абсолютные высоты территории составляют 155–162 м. Согласно анализу картографических материалов Всероссийского научно-исследовательского геологический института им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ) и полевых почвенных изысканий, на участке изучаемой территории со сглаженным ледниковым рельефом и с абсолютными отметками 162 м сформировалась дерново-подзолистая почва на песчанистой морене, а на территории склоновой денудации с абсолютными отметками 155 м сформировалась дерново-подзолистая почва на маломощной размытой песчанистой морене, подстилаемой флювиогляциальными песками, сменяющимися межморенными днепровско-московскими песками. На всех участках изучаемой территории морены сверху покрыты покровными суглинками [2].

С целью понимания процессов, которые происходили во время накопления отложений и морфологической оценки этих отложений, была изучена морфоскопия песчаных кварцевых зерен серогумусового горизонта изучаемых почв. Класс окатанности оценивался по визуальной шкале с использованием трафарета Л.Б. Рухина.

Полученные данные, свидетельствуют о том, что в серогумусовом горизонте дерново-подзолистых почв преобладают зерна 1 и 2 класса. Коэффициент окатанности составил 30–45 %. В почве преобладают зерна, имеющие полуматовую и матовую поверхность, что характерно для водно-ледниковых отложений. Незначительная часть зерен имеет класс окатанности 3 и 4. Это свидетельствует о том, что дополнительно с водно-ледниковыми процессами накопления осадков наблюдался привнос эолового материала.

Используя ГИС-технологии, проанализировали геологические, почвенные, геоморфологические условия и растительность изучаемой территории. Согласно флористической классификации растительности, основанной на доминирующих видах, здесь сформировалось сосново-еловое кислично-широкотравное насаждение с преобладанием сосны, березы и осины. По нашим данным пересчета деревьев на участке со сглаженным ледниковым рельефом, где песчанистая морена является основной почвообразующей породой на дерново-подзолистой почве, сформировалось елово-сосновое насаждение I бонитета, состава 5Е2С3Б. Преобладают средневозрастные и приспевающие насаждения. Спелых еловых насаждений менее 11 %, перестойных нет. На участке склоновой денудации с абсолютными отметками 155 м, где основными почвообразующими породами являются флювиогляциальные пески, а морена представлена небольшой мощности и сильно размыта, на дерново-подзолистой почве сформировалось сосновое насаждение Iа бонитета, состава 7С3Б. Преобладают также средневозрастные и приспевающие насаждения. Перестойные насаждения составляют около 16 % от общего количества сосновых насаждений.

Таким образом, проведенные исследования показали, что на территории Подмосковной плоской зандровой равнины, на участках склоновой денудации, где доминирующими почвообразующими породами являются водно-ледниковые песчаные отложения, на дерново-подзолистой почве формируются высоко бонитетные сосновые насаждения с примесью березы. Моренные отложения здесь небольшой мощности, часто размытые. Сверху морена перекрыта покровными суглинками. На участках зандровой равнины, где сохраняется ледниковый рельеф и доминирующей почвообразующей породой является песчанистая морена, на дерново-подзолистых почвах формируются елово-сосновые насаждения с примесью березы. Еловые насаждения здесь не выше I бонитета – средневозрастные и приспевающие.

Список литературы

1. Анненкова Г.Н., Жучкова В.К. Ландшафты Московской области и их современное состояние / Г.Н. Анненкова, В.К. Жучкова, В.Р. Калинина и др. Под ред. И.И. Мамай. Смоленск: Изд-во Смол. Гуманитар. Ун-та, 1997. 296 с.
2. Николаев А.А., Шарапов В.В., Степина Т.С. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. М-б 1:1000 000. Серия Московская. Лист N-37, (38). М.: ВСЕГЕИ, 1999. 234 с.

УДК 631.4

ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

Галанина С.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
sof9alaninf@yandex.ru
Шматова Ю.В., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
shmatova04@inbox.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»

Оценка гумусного состояния почв является одной из важнейших задач исследования почвенного плодородия, решение которой позволяет не только установить факторы его определяющие, но и прогнозировать влияние гумусовых веществ на условия роста и состояние растений. Гумусовые вещества и неспецифические соединения, находящиеся в свободном состоянии или в форме органо-минеральных веществ, образуют почвенный гумус [1].

Целью исследований является определение показателей гумусного состояния серогумусовых горизонтов дерново-подзолистых почв под чистыми насаждениями сосны обыкновенной, ели европейской, березы бородавчатой и дуба черешчатого.

Объекты расположены в Свердловском участковом лесничестве Московского учебно-опытного лесничества Московской области, в кварталах 33, 32 и 40. Для исследований выбраны участки насаждений, находящиеся в одинаковых лесорастительных условиях с полнотой 0,7.

В ходе исследований определялись следующие показатели гумусного состояния почв: содержание органического углерода и гумуса, содержание углерода в гуминовой кислоте ($C_{ГК}$) и фульвокислоте ($C_{ФК}$), отношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот ($C_{ГК}$: $C_{ФК}$). Кроме того, были определены: pH водной и солевой суспензии, обменная и гидролитическая кислотности, содержание обменных форм водорода и алюминия.

В результате проведенных исследований было установлено, что профильное распределение гумуса – резко убывающее. Содержание гумуса в почве под исследуемыми насаждениями составляет 1,3–2,7 %. Этот диапазон значений свидетельствует о низком уровне содержания гумуса в почве. Отношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот ($C_{ГК}$: $C_{ФК}$) находится в пределах 0,3–0,8, что говорит о фульватном, реже гуматно-фульватном, типе гумуса [2]. Полученные значения pH_{KCl} составляют 3,5–4,6, что, наряду со значениями обменной и гидролитической кислотностей, соответствует сильно- и среднекислой реакции среды.

Таким образом, были выявлены характерные значения показателей гумусного состояния дерново-подзолистых почв лесных биогеоценозов исследуемых объектов и заложена основа для дальнейшего изучения взаимного влияния лесных насаждений и почвы.

Список литературы

1. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во МГУ, 1990. 324 с.
2. Каллас Е.В., Новикова А.С., Валевич Т.О. Определение количественных и качественных характеристик гумуса различными методами и интерпретация полученных результатов: методические указания. Томск: Издательство ТГУ, 2020. 56 с.

УДК 631.4

ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ОЛИГОТРОФНОГО БОЛОТА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Качнова Е.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
katerina.kachnova@mail.ru
Фефилова А.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
sashafefilova1723@gmail.com
Чарикова Д.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
charikova05@list.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»
ovkorm@bmstu.ru

Целью исследований является изучение органического вещества торфяных почв и оценка возможности применения торфяной воды для улучшения структуры почв. Объект исследований расположен рядом с д. Никульское Мытищинского городского округа Московской области в зоне влияния Пяловского водохранилища.

В ходе исследований образцов торфа определялись: степень разложения, зольность, кислотность, содержание гуминовой кислоты в торфяной воде, фракционный состав почвенных агрегатов до и после обработки торфяной водой. Использовались методы определения ботанического состава и степени разложения торфа [1]. Полученные результаты показали, что изучаемый торфяный горизонт представляет собой осоково-сфагновый низинный торф, со степенью разложения органического вещества 26 %.

Зольность торфа определяли в соответствии с ГОСТ 11306-2013 [2]. Зольность исследованного торфяного горизонта составляет 9,5 %.

Химические свойства торфа также влияют на свойства торфяной воды. Кислотность исследуемого торфа (pH_{KCl}) равна 5,4, что соответствует значениям кислотности низинного торфа.

Для определения содержания гуминовых кислот проводили отбор проб воды из специально подготовленной скважины глубиной 1 м в торфяной залежи болота. Отбор образцов торфа на влажность производили в бюксы по всей глубине торфяной залежи. Полученные данные показали, что в осоково-сфагновом низинном торфе, со степенью разложения органического вещества 26 % формируются торфяные воды с содержанием гуминовых кислот 5,4 мг/л.

Торфяной водой в количестве 50 мл обработали распыленную почву объемом 400 см^3. Образец почвы до обработки торфяной водой содержал агрегаты размером менее 0,25 мм. Как показали наши исследования, фракционный состав агрегатов после внесения торфяной воды сильно изменился. Наблюдается относительно равномерное распределение структурных отдельностей по фракциям. Преобладают структурные отдельности (36 %) размером от 1 до 2 мм. Однако образовавшиеся агрегаты обладают недостаточно удовлетворительной водопрочностью значение которой около 26 %.

Таким образом, проведенные исследования позволили уточнить тип торфа и определить его основные показатели, а также оценить возможность использования торфяной воды для улучшения структуры почвы.

Список литературы
1. ГОСТ 28245-89. Методы определения ботанического состава и степени разложения. М.: Стандартинформ, 2006. 6 с.
2. ГОСТ 11306-2013. Торф и продукты его переработки. Методы определения зольности. М.: Стандартинформ, 2019. 6 с.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА СВОЙСТВА ПОЧВ

Королева А.П., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
anastasia.corolу0va@yandex.ru
Терехина М.С., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
terekhinamarina04@gmail.com
Научный руководитель: Бондаренко В.В., к.б.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
vvbondarenko@bmstu.ru

Структура почвы, сформировавшаяся под воздействием разнообразных факторов среды, обладает уникальными особенностями, благодаря которым взаимодействуют все фазы почвы, создавая условия для распределения влаги, воздуха и питательных элементов. Сохраняя структуру почвы, удается поддерживать необходимые условия для развития растений. И, напротив, разрушение структуры приводит к развитию деградационных процессов, которые незамедлительно сказываются на ухудшении состояния растительных формаций. Для сохранения и улучшения структуры используются структурообразующие вещества, к которым относятся легкорастворимые соли гуминовых кислот – гуматы [1].

Цель исследований – оценка структурного состояния серогумусового горизонта дерново-подзолистых почв, расположенных в 32 квартале Свердловского участкового лесничества Московского учебно-опытного лесничества Московской области.

Изучению непосредственного влияния структурообразующего вещества (гумата калия) на свойства серогумусового горизонта предшествовало определение важнейших свойств почвы, таких как: гранулометрический состав; распределение агрегатов по фракциям; водопрочность агрегатов; влажность [2], а также содержание гумуса, реакции среды и др. Кроме того, для определения водопроницаемости почвенных образцов до и после внесения гумата калия, в лабораторных условиях была собрана специальная экспериментальная установка, позволяющая определить данный показатель методом трубок с постоянным напором воды.

Анализ распределения агрегатов по фракциям исследуемых образцов легкосуглинистого серогумусового горизонта выявил, что около 57 % агрегатов приходится на фракции 0,5–1,0 и 0,25–0,5 мм, что свидетельствует о недостаточно устойчивой структуре. Содержание гумуса – низкое, реакция среды – сильнокислая. В целом, исследуемые физические и химические свойства серогумусового горизонта соответствуют зональной дерново-подзолистой почве.

Результаты определения водопроницаемости почвенных образцов, плотность которых не превышала 1,16 г/см^3, позволили выявить увеличение водопроницаемости с 1,2 мм/мин до 3,9 мм/мин до и после внесения гумата калия соответственно. Таким образом, увеличение водопроницаемости в 3,3 раза после использования структурообразующего вещества также может свидетельствовать о благоприятном влиянии гумата калия на влагоемкость и водоотдачу почвы, т.е. более равномерному распределению влаги в поровом пространстве и удалению ее

избытка. Этот положительный эффект особенно важен в условиях промывного водного режима и позволяет уменьшить риск застоя влаги в корнеобитаемой зоне.

Список литературы

1. Лыхман В.А., Дубинина М.Н. Опыт отечественных и зарубежных исследователей в изучении механизмов почвенного структурообразования // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 8. В. 1. С. 5-8.
2. Шеин Е.В. Курс физики почв: учебник. М.: Издательство Московского государственного университета, 2005. 432 с.

УДК 630*165.51

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ СОСНЫ БАНКСА, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА ЕГОРЬЕВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ФОСФОРИТОВ

Крапивин Е.Н., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
elisejkrapivin7507@gmail.com
Научный руководитель: Лавренов М.А., к.с.-х.н., доцент кафедры.
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
lavrenov@mgul.ac.ru

Сосна Банкса как порода, используемая при рекультивации нарушенных ландшафтов, выбрана неслучайно. Она широко используется в качестве интродуцента за рубежом. Так, например, рекомендуется для посадок в Англии, несмотря на резкие отличия в климате любой части Британии от естественных условий произрастания данного вида. В Германии широко практикуется выращивание сосны Банкса предприимчивыми питомниками для посадок на неплодородных почвах. Естественными условиями произрастания сосны Банкса является Северная Америка, где она растет, в том числе, в северной части и простирается на север дальше, чем любая другая североамериканская сосна [1].

Цель работы – исследование генеративных органов сосны Банкса, произрастающей на Егорьевском месторождении фосфоритов.

Тема работы актуальна, так как мало что известно о морфологических свойствах шишек сосны Банкса, произрастающей в условиях интродукции, и о том, как они могут изменяться в зависимости от окружающей среды или условий произрастания. При дальнейшей интродукции и селекции декоративной породы, такой как сосна Банкса необходим анализ ее морфологических признаков [2].

При исследовании шишек сосны Банкса для анализа отбирались шишки 2-летние (в 2021 г.) и 1-летние (в 2022 г.) по 100 штук.

При исследовании морфологических признаков, представлены результаты регрессионного анализа и изменчивости шишек сосны Банкса.

В результате исследования нами установлена очень высокая изменчивость массы однолетних и двулетних шишек (до и после сушки), а также массы семян и количества семян в шишках. Это указывает на неравномерность распределения семян в шишках.

Также однолетние шишки (2022 г.) оказались крупнее двулетних – они больше по массе, длине и ширине. Данное наблюдение может указывать на значимость погодных условий на формирование генеративных органов.

Коэффициенты детерминации показали, что наиболее точные регрессионные модели построены для признаков, между которыми установлены наиболее тесные связи:

– длиной и массой 2-летних шишек – 0,71;

– шириной и массой 2-летних шишек – 0,65;
– длиной и шириной 1-летних шишек – 0,76;
– длиной и массой 1-летних шишек – 0,85;
– шириной и массой 1-летних шишек – 0,80.

Также коэффициенты детерминации указывают на несоответствие регрессионных уравнений для прогнозирования количества шишек по их размерам. Так, R^2 равен:

– длина и количество семян в 2-летних шишках – 0,25;
– длина и масса семян в 2-летних шишках – 0,24;
– ширина и количество семян в 2-летних шишках – 0,14;
– ширина и масса семян в 2-летних шишках – 0,14;
– длина и количество семян в 1-летних шишках – 0,49;
– длина и масса семян в 1-летних шишках – 0,45;
– ширина и количество семян в 1-летних шишках – 0,28;
– ширина и масса семян в 1-летних шишках – 0,26.

То есть особенно это наблюдение касается 2-летних шишек.

Модели, построенные для 1-летних и 2-летних шишек, имеют различия между собой. Таким образом, они актуальны только для конкретных объектов и в конкретный временной промежуток.

При этом стоит отметить, что связь между длиной и шириной 2-летних шишек слабо поддается регрессионному уравнению, в отличие от длины и ширины 1-летних шишек. Аномальные погодные условия могут осложнить селекционный процесс.

Коэффициенты детерминации указали на слабую прогнозируемость количества семян в шишке по их размерам.

Различия в регрессионных моделях, построенных для 1-летних и 2-летних шишек, показали, что формирование шишек в каждый период развития протекает по-разному и зависят, в том числе, от погодных условий.

Список литературы

1. Rudolph T.D., Laidly P.R. Piniis banksiana Lamb., Jack Pine. Silvics of North America. V. 1, Conifers: USDA Forest Sendee Agriculture Handbook № 654. U.S. Government Printing Office, 1990. 675 p.
2. Лавренов М.А., Васильев С.Б., Никитин В.Ф., Савченкова В.А. Индивидуальная изменчивость морфологических признаков лиственницы польской в условиях интродукции // Лесотехнический журнал. 2019. Т. 9. № 4 (36). С. 33-40.

УДК 630*232

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ СТВОЛИКОВ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Пазавина В.Д., студент,
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
pazavinavaleria@gmail.com
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

В работе представлены результаты исследования модуля упругости при изгибе стволиков нежелательной древесной растительности на возобновившихся вырубках. Установлено, что

модуль упругости у березы выше, чем у осины, и у обеих пород с увеличением высоты растения модуль упругости снижается.

Проектирование кусторезов и катков-осветлителей для расчистки лесных вырубок и лесоводственного ухода за культурами опирается на информацию о физико-механических свойствах нежелательной древесной растительности, таких, например, как модуль упругости при изгибе [1].

Для его определения применяют в основном методы сопротивления материалов, которые являются довольно трудоемкими и требуют срезания растения. Модуль упругости стволика растущего дерева можно также находить динамическим методом, используя теорию колебаний конических консольно закрепленных стержней [2].

Цель работы – разработка методики определения модуля упругости стволиков нежелательной древесной растительности динамическим методом и проведение экспериментальных исследований для её реализации.

Для определения модуля упругости при изгибе проведены экспериментальные исследования затухающих колебаний древесных растений: березы и осины, наиболее распространенных в Московской области [3]. Вначале намеченное к опыту растение освобождалось от рядом расположенной растительности и от листьев, чтобы они не искажали параметры колебаний, затем определялись его биометрические показатели.

Далее стволик отклонялся на некоторую величину и совершал затухающие колебания. Этот процесс снимался на цифровую видеокамеру. Съемка колебаний для фиксации величины отклонений проводились на фоне планшета с нанесенными на него координатными осями. Затем видеозапись разделялась последовательно на кадры, с помощью которых в соответствии с осями фиксировалось отклонение вершины растения и соответствующий ему момент времени от начала колебаний с шагом 0,04 с. На основании этих данных строился график колебаний и по нему определялся период колебаний. Он изменялся для растений высотой от 0,5 до 0,9 м соответственно от 0,2 до 0,7 с.

Модуль упругости *E* рассчитывался по формуле

$$E = \left(\frac{2\pi \left(k_2 H \right)^2}{2{,}18 k_1 d_0 T} \right)^2 \rho , \qquad (1)$$

где k_1 – коэффициент диаметра, k_2 – коэффициент высоты, H – высота растения, d_0 – диаметр стволика у корневой шейки, T – период колебаний растения, ρ – плотность растущего стволика.

Значения плотности растущего стволика для березы и осины принимали при 80%-й влажности древесины.

Определенные по выражению (1) модули упругости для березы указанной ранее высоты изменялись от 1,11 до 0,81 ГПа, для осины – от 0,83 до 0,63 ГПа. Их значения при наибольших отклонениях стволиков соответствуют результатам, полученным ранее методами сопротивления материалов, для участков на высоте сечения растений от 0,2 до 0,4 м.

У исследованных пород с увеличением размера стволика снижается модуль упругости. Величины модулей упругости при наибольших отклонениях стволиков соответствуют результатам, полученным ранее методами сопротивления материалов, для участков на высоте сечения растений от 0,2 до 0,4 м. Можно объяснить это тем, что в начале при больших амплитудах почти вся энергия изгиба приходится на нижнюю часть стволика. По мере затухания колебаний (уменьшения амплитуды) энергия уменьшается, деформация перемещается к вершине и вместе с ней изменяется модуль упругости.

Список литературы

1. Котов А.А. Совершенствование технологий и создание новых средств механизации для ухода в лесных питомниках и культурах. Дис…д.т.н. (05.21.01). М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. 313 с.
2. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле / пер. с англ., 2-е изд., стереотип. М.: Комкнига, 2006. 440 с.
3. Котов А.А. Экспериментальные исследования параметров колебаний древесных растений // Вестник Московского государственного университета леса. 2013. № 5. С. 196-199.

УДК 575.22

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПАСПОРТИЗАЦИЯ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Стародубцева Е.О., студент,
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
katya.starodubtseva@mail.ru
Научный руководитель: Полякова Т.А., к.б.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Карельская берёза известна уникальной прочной и красивой текстурой древесины, которая высоко ценится, что может приводить к незаконным вырубкам. Для их предотвращения можно использовать генетические паспорта. Генетический паспорт – это набор молекулярных характеристик, позволяющих идентифицировать отдельные деревья и даже популяции. Для подобного анализа часто выбирают ядерные микросателлитные локусы, которые содержат разное, зачастую высокое, количество аллелей, обладают кодоминантностью и доступны по цене.

Объектом данного молекулярно-генетического исследования является выборка лесных культур березы карельской *Betula pendula* var. *carelica* из 29 образцов, отобранных в Московской области. Целью работы является анализ изменчивости ядерных микросателлитных локусов, пригодных для проведения идентификации и паспортизации образцов березы карельской.

Выделение ДНК образцов березы карельской проводили по стандартному протоколу для растительных тканей с применением CTAB-метода. Для проведения ПЦР были отобраны пять пар ядерных микросателлитных локусов (AF310850, AF310863, AF310873, AF310874, EE595358), разработанных ранее для видов рода *Betula*. Режим амплификации включал в себя предварительную денатурацию ДНК при 94 °С в течение 4 мин и 30 циклов, состоящих из денатурации при 94 °С в течение 1 мин, отжига праймеров при 55/57 °С в течение 75 сек и элонгации при 72 °С в течение 75 сек. Завершающую элонгацию проводили 10 мин при 72 °С с последующим охлаждением реакционной смеси до 4 °С.

Продукты ПЦР разделяли методом гель-электрофореза в 6 % полиакриламидном геле. В качестве маркера стандартных длин использовалась ДНК плазмиды pBR322, обработанная рестриктазой Hpa II. Размер амплифицированных фрагментов определяли с помощью программы Photo-Capt. Данные генотипирования микросателлитных локусов проанализированы в программе GenAlEx v6.51.

Проведенное исследование показало, что все исследованные локусы оказались полиморфными, подходящими для поставленных целей. Максимальное число аллелей (12) выявлено в локусе AF310850, минимальное (6) – в AF310873. На основе микросателлитного анализа получены генотипы всех изученных образцов березы карельской. Проверка микросателлитных данных на совпадение генотипов показала их отсутствие, то есть каждое дерево имеет индивидуальный многолокусный генотип. Пятилокусная комбинация аллелей

является фактическим генетическим паспортом каждого изученного образца березы карельской [1-3].

Список литературы

1. Политов Д.В., Белоконь М.М., Белоконь Ю.С., Полякова Т.А., Шатохина А.В., Мудрик Е.А., Ханов Н.А., Шестибратов К.А. Способ молекулярного маркирования, основанный на микросателлитных локусах, предназначенный для идентификации генотипов березы. Патент № 2646112. Заявл. 12.08.2016. Опубл. 01.03.2018.
2. Kulju K.K.M., Pekkinen M., Varvio C. Twenty-three microsatellite primer pairs for Betula pendula (Betulaceae) // Molecular Ecology Notes. 2004. № 4. pp. 471–473. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2004.00704.x
3. Truong C., Palme A. Felber F., Naciri Y. Isolation and characterization of microsatellite markers in the tetraploid birch Betula pubescens ssp tortuosa // Molecular Ecology Notes. 2005. № 5. pp. 96–98. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2004.00848.x

УДК 631.4

ИЗУЧЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНДИКАТОРОВ ЗДОРОВЬЯ ПОЧВЫ

Усманова В.Д., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
u.valeriia01@mail.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»
ovkorm@bmstu.ru

В работе представлены результаты изучения современных индикаторов здоровья почвы. Представление о здоровой почве возникло в конце 80-х – начале 90-х гг. XX века. Определение показателей здоровой почвы и их исследование стало развиваться из-за сильного антропогенного воздействия на почву и повышения требований к качеству производимой продукции. В настоящее время здоровая почва – биологическая категория, отражающая состояние динамики активности биотического компонента в органоминеральном комплексе почвы [1].

Цель работы – изучение современных индикаторов здоровья почвы.

Объект исследований – дерново-подзолистая почва на морене под сосновыми насаждениями, созданными в 1959 г. посадкой 2-х летних сеянцев, расположен на территории Щелковского района Московской области в Свердловском участковом лесничестве Московского учебно-опытного лесничества в квартале 33, выдел 24. Изучаемый объект расположен рядом с деревней Камшиловка, на территории бывшей усадьбы конца XVIII в. В 1913 г. усадьба уже находилась в Государственном лесном фонде, а с конца 1960-х гг. ее территория являлась учебной базой, где ежегодно проходили практику студенты МЛТИ, позднее МГУЛ, а в настоящее время МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. В 1975 г. была проведена наземная топографическая съемка данной местности с дальнейшей обработкой результатов. Получены координаты точек и их высоты, по которым В.В. Усанов составил план существующего положения территории. На основании этого документа авторами составлен план зонирования территории, на котором можно выделить 9 зон [2].

Лесные культуры были созданы в 1959 г. по схеме: 3 ряда сосны обыкновенной, 1 ряд лиственницы сибирской, 1 ряд ели европейской. При создании лесных культур использовался метод подготовки почвы плугом. Применялся нулевой тип обработки почвы, т.е. вровень с окружающей поверхностью почвы. На вырубке были сохранены единичные деревья-семенники.

Динамику состава насаждения можно проанализировать по таксационным данным лесоустройства разных лет, из которых следует, что в 46-летнем возрасте ель европейская выпала и ее место заняла береза бородавчатая. Согласно данным перечета деревьев 2022 г. на пробной площади сформировался сосняк сложный с примесью дуба, состав насаждений 7С1Л2Б+Д, Iа класса бонитета.

Здоровье почвы изучали методом субстрат-индуцированного дыхания [3]. Этот метод заключается в том, что после внесения глюкозы в почву дыхание микроорганизмов увеличивается, в то время как корневое дыхание остается на прежнем уровне. Здоровая почва диагностируется при условии, что после внесения глюкозы наблюдается увеличение дыхания почвы. Первоначально определили дыхание почвы без глюкозы, затем внесли глюкозу разной навески: 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 0,6 мг на 1 г почвы.

Согласно проведенным исследованиям серогумусовый горизонт дерново-подзолистой почвы под сосновыми насаждениями хорошо реагирует на внесение глюкозы. Наибольшая величина дыхания наблюдается при внесении глюкозы в количестве 0,5–0,6 мг на 1 г почвы и составляет соответственно 2,731 и 2,930 мг CO_2/10 г почвы/24 ч.

Список литературы

1. Семенов А.М., Глинушкин А.П., Соколов М.С. Здоровье почвенной экосистемы: от фундаментальной постановки к практическим решениям // Известия ТСХА. 2019. № 1. С. 5-18.
2. Леонова В.А., Щербакова Е.В. Исследование границ контуров и территории усадьбы «Камшиловка» наземным и воздушным способами // Лесной вестник. 2018. Т. 22. № 5. С. 42-48.
3. Евдокимов И.В., Ларионова А.А., Шмитт М., Лопес де Гереню В.О., Бан М. Определение вклада дыхания корней растений в эмиссию CO_2 из почвы методом субстрат–индуцированного дыхания // Почвоведение. 2010. № 3. С. 349-355.

СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ ЛЕСА И СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕСНОЙ НАУКИ»

УДК 574.42

ИССЛЕДОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (PINUS SYLVESTRIS L.) ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ САНИТАРНОЙ РУБКИ В СЕРЕБРЯНОБОРСКОМ ОПЫТНОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ

Купченко К.М., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
mumi.sad20@gmail.com
Научный руководитель: Коротков С.А., к.б.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства»
skorotkov-71@mail.ru

После катастрофических нарушений в лесных насаждениях на их формирование влияет начальная стадия восстановительных сукцессий [1]. Изучение последовательности сукцессионных процессов позволяет оценить вероятность возобновления лесных покровов [2].

Динамика фитоценозов напрямую зависит от развития различных видов и изменений экологических условий среды обитания. Их изучение даёт возможность давать прогнозы развития растительности в различных условиях [3].

Целью данного исследования стало изучение естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) после проведения санитарной рубки в Серебряноборском опытном лесничестве.

Объектами исследования являются 2 вырубки на месте ветровала 2017 г. в Московской области. Данные вырубки изучались в течение четырех лет (2020 – 2023 гг.) Тип условий местопроизрастания на вырубках – B_2.

Для исследования естественного возобновления на обеих вырубках было заложено 38 учетных площадок. Для учета естественного возобновления древесных и кустарниковых пород и живого напочвенного покрова были заложены круговые площадки площадью 10 м^2, расположенные на различном расстоянии друг от друга. На каждой учетной площадке определяли количество и высоту всех древесных и кустарниковых растений, а также видовой состав живого напочвенного покрова.

Проанализировав живой напочвенный покров стоит отметить, что наиболее часто встречающимися семействами являются Астровые и Мятликовые, остальные семейства имеют долю меньше 10 % от общего количества. Анализ флористического состава показал, что на вырубке № 1 обнаружено 15 видов деревьев и кустарников, а на вырубке № 2 – 13. Общее проективное покрытие на обеих вырубках примерно одинаковое, варьируется в среднем в диапазоне 75–80 %.

На обеих вырубках доминируют сосна обыкновенная, береза повислая, осина. Была проанализирована общая численность древесно-кустарниковой растительности. Её количество составило больше 25 тыс. шт./га, доля деревьев сосны обыкновенной составляет больше 7 тыс. шт./га, это около 30 % от общего количества деревьев. Эти данные свидетельствуют о том, что количество деревьев сосны обыкновенной меньше, чем численность лиственных пород. Общая численность деревьев и кустарников на вырубке № 2 больше 29 тыс. шт./га, доля деревьев главной породы больше 6 тыс. шт./га, что составляет около 20 % от общего количества. Так же на вырубке встречается ива козья, её численность превышает долю главной породы и составляет 30 % от общего количества.

Таким образом, сосна сильно уступает мелколиственным породам. Для лучшего формирования сосновых насаждений необходимо проводить рубки ухода.

Список литературы

1. Глазунов Ю.Б., Полякова Г.А., Коротков С.А., Лежнев Д.В. Естественное возобновление на вырубках в Серебряноборском опытном лесничестве // Сибирский лесной журнал. 2024. № 2. С. 74–83.
2. Лежнев Д.В. Возобновление под пологом сосняков и на вырубках в ближайшем Подмосковье // Повышение эффективности лесного комплекса: Материалы Восьмой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием (Петрозаводск, 24 мая 2022 г.). Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет, 2022. С. 95-97.
3. Лежнев Д.В., Куликова Д.Д., Полякова Г.А. Восстановительная динамика сосновых фитоценозов на вырубках в надпойменных террасах реки Москвы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2023. Т. 31. № 4. С. 447–467.

УДК 574.47

СТРУКТУРА ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В СОСНЯКАХ СЛОЖНЫХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ»

Меняева В.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
vmenyayeva@bk.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»
skorotkov-71@mail.ru

Состояние окружающей природной среды – одна из наиболее важных социально-экономических проблем. В Москве огромную роль играют лесные экосистемы, выполняющие ряд значимых функций. Условия городской среды существенно отличаются от естественных условий произрастания, и оказывают на растения значительное влияние [1].

В настоящее время в результате изменения климатических характеристик и высокого рекреационного использования, особого внимания заслуживают исследования, направленные на изучение одного из основных компонентов лесных экосистем и важного источника многообразия растительного покрова – живого напочвенного покрова [2], Флористический состав, структура, количественные и качественные показатели, которого используются в качестве диагностических показателей влияния ряда факторов на лесные фитоценозы. Соотношение экологических групп травянистого яруса могут использоваться для определения состояния лесных экосистем [3].

Видовое разнообразие живого напочвенного покрова является важным показателем структуры сообществ, с которым связана их продуктивность и устойчивость.

Цель исследования – изучение флористического состава и структуры живого напочвенного покрова сосновых фитоценозов на территории 10 постоянных пробных площадей, находящихся на территории Национального парка «Лосиный остров».

Для каждой постоянной пробной площади определен состав напочвенного покрова, общее проективное покрытие травянистой растительности по шкале Друде. Выявлено различие изученных растительных сообществ. Определена встречаемость и долевое участие видов. Выявлены эколого-ценотические группы на каждой постоянной пробной площади. Проанализировано распределение живого напочвенного покрова по отношению к экологическим факторам освещенности и плодородию почвы. Выполнена сравнительная флористическая оценка с использованием индекса Шеннона.

По данным проведенного исследования можно сделать вывод, что на территории сосновых насаждений города Москвы и Московской области отмечается преобладание неморальной флоры в живом напочвенном покрове, что свидетельствует о процессе неморализации. По богатству почв исследуемые объекты относятся к богатым и умеренно богатым минеральным азотом. Индекс разнообразия указывает на низкое флористическое разнообразие. Четыре вида адвентивных растений являются показателями большого антропогенного воздействия со стороны Московской городской агломерации.

Список литературы

1. Лежнев Д.В., Меняева В.А. Видовой состав и структура живого напочвенного покрова в сосновых фитоценозах национального парка «Лосиный остров» // Безопасность природопользования в условиях устойчивого развития: Материалы III Международной научно-практической конференции, приуроченной к 75-летию географического факультета (Иркутск, 21–23 июня 2023 г.). Иркутск: Иркутский государственный университет, 2023. С. 156-161.
2. Лежнев Д.В. Видовой состав и структура живого напочвенного покрова в сосновых фитоценозах лесной опытной дачи Тимирязевской академии // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева: сборник статей (Москва, 05–07 июня 2023 г.). М.: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. С. 59-63.
3. Лежнев Д.В., Меняева В.А. Живой напочвенный покров сосновых фитоценозов Яузского лесопарка «Лосиного острова» // XXII научно-практический форум «Проблемы озеленения крупных городов»: сборник статей. М. 2023. С. 113-118.

УДК 630*4:630*174.754

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ЛЬВОВСКОГО ЛЕСОПАРКА Г. СОЛНЕЧНОГОРСКА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Переведенцев А.В., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
sasha6641@gmail.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»

Материал исследовательской работы был собран на территории Львовского лесопарка г. Солнечногорск Московской области в 2023 г.

Обследованием охвачена вся территория Львовского парка, на территории которого сохранились значительные части усадебного регулярного парка с выраженной симметричностью и регулярностью композиции. Парк характеризуется прямыми аллеями, являющимися осями симметрии с четко просматриваемыми правильными липовыми аллеями, высаженными в конце XIX века. Возраст некоторых лип превышает 130 лет.

С 2016 г. мероприятия по благоустройству территории не проводились, появилось много фаутных деревьев, а также аварийных деревьев, ветровала и бурелома.

Цель работы заключалась в оценке санитарного и лесопатологического состояния насаждений Львовского лесопарка. В результате были поставлены следующие задачи: проведение обследования насаждений Львовского парка г. Солнечногорск Московской области, определение комплекса вредителей и возбудителей болезней, оказывающих влияние на древесно-кустарниковую растительность парка.

В течение вегетационного сезона 2023 г. (с мая по октябрь), было проведено лесопатологическое обследование всей территории лесопарка (проведен перечет деревьев по

общепринятым категориям состояния, с указанием их высоты и диаметра). В процессе работы оценивалось состояние крон и корневых лап, а также изучалась степень повреждения деревьев и кустарников комплексом вредителей и возбудителей болезней [1].

Всего на территории лесопарка было учтено 572 дерева липы мелколистной. В санитарно-патологическом отношении большинство деревьев – более 50% – относится ко второй категории состояния (ослабленные). На листьях липы выявлено три вида вредителей (*Eriophyes tiliae*, *Phyllonorycter issikii*, *Acleris forsskalean*а), относящихся к семействам (Eriophyidae, Gracillariidae, Tortricidae) и два вида возбудителей болезней (к некрозно-раковым относится тиростромоз *Thyrostroma compactum* Sacc., к болезням листьев – *Cercospora microsora* Sacc.) [2,3]. Наибольшее количество деревьев пораженных тиростромозом было выявлено в центральной части парка, что составило 98 % (в этой части парка произрастают липы, возраст которых составляет более 80 лет). Темно-бурая пятнистость отмечена на большинстве деревьев, произрастающих на территории Львовского лесопарка.

Список литературы

1. Болезни и вредители в лесах России. Т. 3. Методы мониторинга вредителей и болезней леса. Справочник / под общ. ред. В. К. Тузова. М.: ВНИИЛМ, 2004. 200 с.
2. Власов А.А., Крангауз Р.А. Негнилевые болезни стволов и ветвей лиственных пород. М.: Гослесбумиздат, 1963. 48 с.
3. Журавлев, И.И. Определитель грибных болезней деревьев и кустарников / И. И. Журавлев, Т. Н. Селиванова, Н.А. Черемисинов. М.: Лесн. пром-сть, 1979. 246 с

УДК 630*182

ЖИВОЙ НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ В ЛЕСАХ СЕРЕБРЯНОБОРСКОГО ОПЫТНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Савенко Е.Р., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
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»

Цель исследования – изучение живого напочвенного покрова в лесах Серебряноборского опытного лесничества Московской области.

В ходе исследования проведена оценка видового состава, обилия и проективного покрытия живого напочвенного покрова; проведен учет недревесной растительности на исследуемой площади; проанализировано распределение живого напочвенного покрова по эколого-ценотическим группам.

Материалы собирались на шести постоянных пробных площадях (ППП) в 2, 24, 27, 28, 29 и 51 кварталах, расположенных на территории Серебряноборского лесничества Института Лесоведения РАН. Во время сбора данных, был проведен полный перечет деревьев. Также изучен и систематизирован по группам подрост, подлесок, живой напочвенный покров на ППП. Проведена статистическая обработка. Названия видов определены по П.Ф. Маевскому, адвентивная флора – по С.Р. Майорову. Учет напочвенного покрова происходил в активный вегетационный период роста растений, во второй половине июля. Для оценки обилия использовалась шкала О. Друде. При распределении травянистой растительности на эколого-ценотические группы (ЭЦГ) использовали классификации А.А. Ниценко, Г.М. Зозулина и О.В. Смирновой и др.

Проведен анализ следующих опытных объектов: ППП-4, ППП-19, ППП-51, расположенных в липовых насаждениях; ППП-9 и ППП-14 – в сосново-липовых насаждениях и ППП-8 – в сосновом насаждении.

Анализ флористического состава в липовых насаждениях показал, что на пробных площадях 4, 19, 51 среди растительности обнаружено 36 видов растений, принадлежащих к 21 семейству. Среди доминирующих видов травянистой растительности можно выделить представителей таких семейств как: *Poaceae* (5 видов), *Ranunculaceae* (4 вида), *Caryophyllaceae* (3 вида), *Cyperacea* (5 видов).

В представленной Институтом Лесоведения РАН динамике фитоценозов по исследуемым ППП имеется значительное флористическое разнообразие за счет обогащения живого напочвенного покрова луговыми и светолюбивыми растениями. Долевое участие преобладающих групп сосудистых растений на пробных площадях по ЭЦГ: неморальные (45,95 %), луговые (10,81 %), а также гигрофильные и бореальные виды. Общее проективное покрытие живого напочвенного покрова на пробных площадях варьирует от 80 до 95 %. На отдельных ППП имеются следующие значения: ППП-4 – 95%, ППП-19 – 80%, ППП-51– 95 %.

На сосновой и сосново-липовых пробных площадях долевое участие преобладающих групп сосудистых растений на вырубках по ЭЦГ: неморальные – 44,44 %, адвентивные –16,67 %, а также бореальные (16,67 %). Проективное покрытие живого напочвенного покрова на пробных площадях варьирует от 75 % до 85 %. На отдельных площадках этот показатель имеет следующие значения: ППП-8 – 75 %, ППП-9 – 80 %, ППП-14 – 85 %.

В результате исследований были обнаружены 53 вида растений, принадлежащих к 21 семейству (*Asteraceae, Poaceae, Cyperaceae, Dryopteridaceae, Asparagaceae, Ranunculaceae, Rosaceae* и т. д). Наибольшим показателем встречаемости из определенных видов обладает представитель семейства *Cyperaceae – Carex pilosa* Scop.

Выявлены показатели динамики по всем обнаруженными видам, а также проведено сравнение с показателями прошлых лет. Также обнаружен адвентивный вид *Impatiens parviflora* DC., принадлежащий к семейству *Balsaminaceae [1-3]*.

Список литературы

1. 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: сборник материалов XVII Международной научной экологической конференции (Белгород, 22–24 ноября 2022 г.) / под редакцией Ю.А. Присного. Белгород: Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 2022. С. 102-105.
2. Лежнев Д.В. Методики исследований естественного возобновления лесных экосистем // Цифровые технологии в лесной отрасли: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, 19–20 мая 2022 г.). Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2022. С. 130-138. DOI: 10.34220/DTFI2022_130-138.
3. Лежнев Д.В., Меняева В.А., Кривошапов Н.Ф. Структура сосняков сложных национального парка «Лосиный остров» // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы XX Международной научно-технической конференции (Вологда, 06 декабря 2022 г.) / ответственный редактор Е.А. Иванищева. Вологда: Вологодский государственный университет, 2022. С. 152-158.

УДК 630. 181

ВИДОВАЯ И ЭКОЛОГО-ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ГРИБОВ - АГАРИКОМИЦЕТОВ МИКОЦЕНОЗОВ БУКОВО-ПИХТОВЫХ ЛЕСОВ ГЛАВНОГО КАВКАЗСКОГО ХРЕБТА

Сударкина А.О., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
alinasydarkina@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»

Грибы, относимые в современной таксономической системе к классу Agaricomycetes, имеют исключительно важное значение в жизнедеятельности лесного биогеоценоза как микоризообразователи, сапротрофы, дереворазрушающие паразитические грибы – как факультативные сапротрофы, так и факультативные паразиты [1].

С экологических позиций успешность жизнедеятельности популяций агарикомицетов – один из факторов устойчивости лесного биогеоценоза, а видовое разнообразие, т.е. видовое богатство и соотношение обилия видов агарикомицетов, является экологическим индикатором состояния лесных экосистем [2].

Цель исследования – изучение видового разнообразия грибов-агарикомицетов в лесных биогеоценозах зоны буково-пихтовых лесов на территории Кавказского Государственного природного биосферного заповедника; оценка представленности в биогеоценозах видов, имеющих природоохранный статус – включение в «Красную Книгу Российской Федерации» и «Красную Книгу Республики Адыгея».

Исследования проводились в северной части заповедника. Исходной точкой маршрута был горный поселок Гузерипль, расположенный у подножия Главного Кавказского хребта на высоте 670 м над уровнем моря.

Получены следующие результаты:

– изучено таксономическое разнообразие агарикомицетов в окрестностях кордона Гузерипль северного отдела Кавказского Государственного природного биосферного заповедника им. Х.Б. Шапошникова, определено 19 видов, относящихся к 17 семействам;

– обнаруженные виды следующим образом распределены по эколого-трофическим группам: 8 видов грибов – микоризообразователей (*Boletus edulis*, *Strobilomyces strobilaceus, Russula fragilis, Lactarius resimus, .Cantharellus cibarius, Ramaria flava, Hydnum repandum, Phallus impudicus)* 8 видов грибов – сапротрофов (*Volvariella bombycina*, *Pholiota squarrosa, Stereum subtomentosum, Ganoderma lucidum*, *Hericium alpestre, Sparassis laminosa, Gymnopilus* sp., *Leucopholiota lignicola),* 3 вида грибов-ксилотрофов (*Fomes fomentarius, Pleurotus ostreatus, Pleurotus pulmonarius)*;

– часть выявленных видов имеют природоохранный статус [3]. 5 видов грибов занесены в Красную Книгу Республики Адыгея: *Sparassis laminose* (спарассис пластинчатый), *Strobilomyces strobilaceus* (шишкогриб шишковатый), *Ganoderma lucidum* (трутовик лакированный), *Leucopholiota lignicola* (чешуйница древесинная), *Hericium alpestre* (гериций альпийский), а 3 вида грибов занесены в Красную Книгу Российской Федерации: *Strobilomyces strobilaceus (*шишкогриб шишковатый), *Leucopholiota lignicola* (чешуйница древесинная), *Hericium alpestre* (гериций альпийский);

– для агарикомицетов микоризообразователей перспективных в качестве биоиндикаторов сохранности лесной среды подсчитано значение индекса видового разнообразия Бергера – Паркера. Оно составило 0,477.

Список литературы
1. Переведенцева Л.Г. Микология: учебное пособие. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2022. 168 с.
2. Беднова О.В. Биоразнообразие в лесных экосистемах: зачем и как его оценивать // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2003. № 2 (27). С. 149–155.
3. Красная книга Республики Адыгея: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты животного и растительного мира. Часть 1: Введение. Растения и грибы. Майкоп, 2012. 340 с.

УДК 630*182

СТРУКТУРА СОСНОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Фейзрахманов А.Р., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
a.fzrHm202@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»
skorotkov-71@mail.ru

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) – является одной из самых распространенных хвойных пород мира, широко встречающихся на территории России и других стран Евразии, а также в Северной Америке. Помимо своей хозяйственной ценности, сосновые леса выделяют немалое количество фитонцидов, отличаются устойчивостью к рекреационным нагрузкам, что делает их особо ценными в условиях городской среды [1].

Лесные насаждения г. Москвы в настоящий момент подвергаются все большей антропогенной нагрузке, которая влечет за собой постепенную деградацию и снижение их площадей [2]. Кроме того, на их состояние могут влиять изменения климата, ускоряющие сукцессионные процессы, что, в свою очередь, приводит к изменениям породного состава насаждений [3].

Исходя из всех вышеперечисленных фактов, можно утверждать, что изучение сосновых фитоценозов на территории Москвы является важным и актуальным процессом.

Объектом исследования послужили 19 постоянных пробных площадей, находящихся на территории 6 квартала Лесной опытной дачи. Тип леса на данной территории – сосняк сложный, тип лесорастительных условий – свежие сложные субори.

В ходе изучения структуры сосновых фитоценозов проводился сбор информации по 1 и 2 ярусам древостоя, подросту, подлеску и живому напочвенному покрову. Для древостоя на каждой постоянной пробной площади были определены: породный состав, средний диаметр и высота, класс бонитета, средняя категория состояния и запас на 1 га.

При учете подроста и подлеска на каждой из пробных площадей было заложено 5 учетных площадок размером 25 м^2 каждая. Учет велся по породам и категориям крупности. По итогу были установлены количественные характеристики подроста и подлеска. При изучении живого напочвенного покрова был определен видовой состав травянистых растений, их распределение по эколого-ценотическим группам и обилие по шкале Друде.

Исходя из полученных данных, можно сделать ряд выводов. В сосновых фитоценозах 6 квартала ЛОД происходит постепенный отпад деревьев сосны и замещение их лиственными породами. Это подтверждается наличием густого 2 яруса, состоящего из таких пород, как липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), вяз шершавый (*Ulmus glabra* Huds.) и клен остролистный (*Acer platanoides* L.). Среди подроста на большей части пробных площадей доминирует клен

остролистный, чье среднее количество на всех пробных площадях превышает 10 тыс. шт./га. Подлесок также хорошо развит. В нем присутствуют такие породы, как черемуха обыкновенная (*Prunus padus* L.), лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.), бересклет европейский (*Euonymus europaeus* L.) и т.д. Живой напочвенный покров отличается бедным видовым составом, насчитывая 21 вид. Большинство травянистых растений из этого списка относятся к неморальной эколого-ценотической группе. На большей части постоянных пробных площадей среди живого напочвенного покрова доминируют такие виды, как *Mercurialis perennis* L. и *Carex pilosa* Scop.

Список литературы

1. Лежнев Д.В., Лебедев А.В. Трансформация структуры сосновых формаций в урбанизированных экосистемах Москвы // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2023. № 2 (46). С. 74-88.
2. Лежнев Д.В., Лебедев А.В. Динамика и устойчивость сосновых древостоев в урбоэкосистемах лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. № 245. С. 93-111.
3. Лежнев Д.В. Строение сосновых фитоценозов в Московском регионе под влиянием климатических трансформаций // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг. 2023. № 9. С. 63-73.

СЕКЦИЯ «ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО»

УДК 630.62

ДИНАМИКА ПЛОЩАДЕЙ ЕЛЬНИКОВ ЗА 150-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД В ДАЛЬНЕЙ ЧАСТИ НИКОЛЬСКОЙ ЛЕСНОЙ ДАЧИ

Архипова У.В., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
yliana2004@inbox.ru
Кубрак П.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
polina.kubrak.04@gmail.com
Научный руководитель: П.Г. Мельник, к.с.-х.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Длительные наблюдения за временной изменчивостью биогеоценозов и их отдельных компонентов всегда были важной составной частью стационарных исследований, проводившихся в разных регионах нашей страны [1].

Цель работы – изучение динамики площадей ельников за 150-летний период в дальней части Никольской лесной дачи.

Объект исследования расположен на территории дальней части Никольской лесной дачи в Огудневском участковом лесничестве Щёлковского учебно-опытного лесхоза Московской области. Согласно лесорастительному районированию, дальняя часть дачи относится к елово-широколиственным лесам Клинско-Дмитровской гряды, соответственно она представлена коренными ельниками сложными и ельниками кисличными [2].

При изучении динамики площадей ельников, важно учитывать исходные данные, полученные при выполнении первого лесоустройства в 1884 г. Следующее лесоустройство в Никольской лесной даче было выполнено в 1935 г. С 1954 г. лесоустройства проводились регулярно в 1964, 1974, 1984, 1994, 2004 и 2019 гг. Благодаря сохранившимся данным, удалось выполнить анализ динамики лесного фонда Никольской дачи с 1872 г. по 2019 г., который показывает, что первоначально в насаждениях преобладали мягколиственные породы, ель и сосна занимали второстепенные позиции. Благодаря правильному ведению лесного хозяйства к 1954 г., и по настоящее время, доля хвойных пород занимает преобладающее место [3].

Начиная с 1974 г. отрицательным является уменьшение площадей, занимаемых сосной, за 40-летний период, она уменьшилась на 150,7 га или на 16,5 %, что является следствием предпочтения ели как главной породы в лесокультурной практике Щёлковского учебно-опытного лесхоза. Несмотря на это, с 1984 года началось и сокращение площадей еловых насаждений, которое особенно резко проявилось за последние десятилетия.

По данным лесоустройства, выполненного в 2019 г., распределение ельников в дальней части Никольской дачи по классам возраста неравномерно и представлено на 53,6% приспевающими и спелыми насаждениями, что на 3,2 % больше чем в 2004 г. Средний класс бонитета ели – I,6, ельники высших классов бонитета (Ia-I) занимают 56,7% покрытых лесом земель. Наличие значительного количества высокополнотных ельников и их рост обуславливает необходимость проведения рубок ухода на больших площадях. Средняя полнота – 0,65. Преобладающим типом лесорастительных условий, занимаемых елью, является C_2 (свежая сложная суборь) – 97,3 %, что является благоприятным для выращивания высокопродуктивных ельников.

В результате проведённых исследований можно сделать следующие выводы:

1) ретроспективный анализ динамики лесного фонда Никольской лесной дачи с 1872 г. по 2019 г., показывает, что первоначально преобладали мягколиственные породы, ель и сосна занимали второстепенные позиции;

2) благодаря правильному ведению лесного хозяйства к 1954 г. и по настоящее время доля хвойных пород занимает преобладающее место;

3) к середине 80-х гг. прошлого столетия, наблюдалась тенденция к увеличению площадей, занимаемых хвойными насаждениями и уменьшение лиственных пород. Однако, практика усиленной эксплуатации хвойного хозяйства с начала 90-х гг. XX в. способствует росту доли мягколиственных. Такая тенденция характерна и для других лесных массивов Европейской части России.

Список литературы

1. Рысин Л.П., Абатуров А.В., Савельева Л.И. и др. Динамика хвойных лесов Подмосковья. М.: Наука, 2000. 221 с.
2. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Никольская лесная дача Щёлковского учебно-опытного лесхоза МГУЛ // Примеры отечественного опыта устойчивого лесоуправления и лесопользования: сборник статей / под общ. ред. Н. Шматкова; Всемирный фонд дикой природы (WWF). М.: WWF России, 2013. С. 151-176.
3. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Опыт лесоводственного мониторинга в Никольской лесной даче. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015. 112 с.

УДК 630*232.1

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛИСТВЕННИЦЫ В ЧИСТЫХ И СМЕШАННЫХ С ЛИПОЙ НАСАЖДЕНИЯХ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ БРОННИЦКОГО УЧАСТКОВОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Мамочкина Д.Д., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
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»

Вопрос оптимального подбора состава пород при создании лесных культур является одним их важнейших. От его решения во многом зависит последующий успешный рост и устойчивость искусственного насаждения. Особенно важен правильный подбор сопутствующих пород при создании лесных культур с участием интродуцированных пород [1]. В лесокультурной практике известно, что тип лиственнично-еловых лесных культур с пониженной густотой посадки способствует формированию самых высокопроизводительных насаждений [2].

В связи с этим, основной целью работы является изучение влияния географического происхождения лиственницы на её рост и продуктивность в чистых и смешанных с липой мелколистной насаждениях.

Исследования проводились в Бронницком лесничестве Московской области на объекте географических лесных культур лиственницы в смешении с липой, заложенных в 1955 г. лесничим П.И. Дементьевым под руководством профессора В.П. Тимофеева [3]. Полевые работы выполнялись по общепринятым в лесоводстве методикам.

В результате обработки полевого материала была получена таксационная характеристика географических лесных культур лиственницы, в чистых и смешанных с липой насаждениях. Наиболее успешным видом для создания смешанных лиственнично-липовых насаждений является лиственница европейская, представленная 5 экотипами и достигающая запаса – 771

м^3/га, средний состав – 86Л14Лп. Структура и продуктивность различных экотипов лиственницы сибирской в смешении с липой местного происхождения представлена 13 экотипами. Средняя продуктивность вида – 572 м^3/га, средний состав – 75Л25Лп. Лиственница Сукачёва в смешении с липой представлена 12 экотипами, средний запас вида возрастает и равен 618 м^3/га, средний состав – 82Л18Лп. В смешении с липой мелколистной исследовано по одному экотипу лиственницы японской (экотип № 22 из острова Томари Сахалинской области) и лиственницы Чекановского (экотип № 5 из Бурятии). Таксационные характеристики насаждений, созданных смешением лиственницы японской с липой, представлены составом – 92Л8Лп и запасом насаждения – 819 м^3/га. Лиственница Чекановского в смешении с липой достигает продуктивности 625 м^3/га и формирует состав – 70Л30Лп.

Все представленные экотипы лиственницы европейской обгоняют в росте липу и занимают господствующее положение при совместном произрастании с исследуемой породой. Наиболее продуктивным экотипом лиственницы европейской являются экотип № 15 из Ивано-Франковской области Галичского района и экотип № 18 из Московской области Уваровского района. Наиболее продуктивные насаждения с участием лиственницы Сукачёва, превосходящие в росте липу, формирует экотип № 41 из Нижегородской области. Самое продуктивное насаждение с участием лиственницы сибирской, формирует экотип № 3 из Омской области Тарского района.

Сравнивая исследуемые виды лиственницы по диаметру в чистых и смешанных с липой насаждениях можно сказать, что лиственница европейская и японская лидируют и имеют наилучшие показатели. Показатель продуктивности, является важнейшим при решении вопроса об успешности интродукции того или иного вида. Безусловным лидером по запасу является также лиственница европейская и японская. Причём во всех случаях наиболее продуктивными являются чистые насаждения.

В результате выполненной работы можно сделать следующие выводы.

1. При совместном произрастании с липой мелколистной, географическое происхождение лиственницы оказывает существенное влияние на её рост и продуктивность. Лучшие результаты показывает лиственница европейская и японская – худшие лиственница сибирская, лиственница Сукачёва занимает промежуточное положение.

2. В смешанных лесных культурах с участием липы мелколистной, только лиственница европейская и японская способна формировать высокопродуктивные насаждения, преобладая в составе смешанных древостоев и превосходя по запасу чистые насаждения вышеназванных пород.

3. Создание лиственнично-липовых культур с большим участием лиственницы неперспективно, так как лиственница угнетает липу, образуя первый ярус из лиственницы и угнетенный второй ярус из липы.

4. Смешение лиственницы и липы допустимо лишь в лесопарковом хозяйстве, при создании декоративных, сложных по форме и составу насаждений.

Список литературы

1. Карасев Н.Н. Повышение продуктивности лесов Подмосковья путём интродукции лиственницы: дисс. на соиск. уч. степени канд. с.-х. н. (06.03.01). М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. 154 с.
2. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Маликов А.Н. Динамика роста лиственнично-еловых лесных культур К.Ф. Тюрмера // Лесной вестник. 2020. Т. 24. № 2. С. 11–16. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-2-11-16.
3. Мельник П.Г., Карасев Н.Н. Географическая изменчивость лиственницы в фазе приспевания // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2012. №1 (84). С. 60-74.

УДК 630*18

ПРОГРАММА ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ЛИСТВЕННИЦЕЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ В УСЛОВИЯХ АРЕАЛА ИНТРОДУКЦИИ

Мартыненко А.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
Nastya19972010@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»

Фенология как наука имеет давнюю историю и огромное практическое значение для лесного хозяйства. Регулярное изучение сезонного развития природы в условиях современных климатических изменений принципиально важно. В России основной лесообразующей породой является лиственница, поэтому в нашем исследовании она выбрана растением-индикатором. Все виды лиственницы довольно похожи внешне [1], однако фенофазы у разных видов лиственницы наступают неодновременно. Между тем, именно эти параметры позволяют определить продолжительность вегетационного периода и интенсивность прироста древесины, прямо влияющие на лесоводственную и экономическую ценность породы. Кроме того, степень пожелтения хвои у лиственницы играет важную роль при распознавании её видов по спектральным признакам [2].

Целью исследования является установление различий в сезонном развитии лиственницы европейской путём сравнения сроков наступления основных фенологических фаз в различных условиях и у различных экотипов. В задачи исследования входят фенологические наблюдения за самосевом, подростом и деревьями различного географического происхождения в условиях северо-востока, центра и юго-востока Московской области.

Первым объектом исследования является 20-летняя лиственничная аллея на территории Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана. Второй объект исследования – лиственница европейская естественного происхождения, представленная самосевом и подростом в Никольской лесной даче Щёлковского учебно-опытного лесхоза. Третий объект – географические культуры лиственницы в Бронницком лесничестве. Все объекты фенологических наблюдений расположены на территории Московской области.

За основу была принята методика ведения фенологических наблюдений в Ботанических садах [3], согласно которой программа фенологических наблюдений включает в себя учёт сроков наступления следующих фенофаз: весной – набухание вегетативных и генеративных почек, обособление хвои, пыление и рост побегов; осенью – пожелтение и опадение хвои. Началом фенологической фазы считается наступление её у 10% деревьев хотя бы на одной ветке лиственницы. Массово фаза наступает при учёте её на 50 % деревьев, а окончанием считается проявление у более чем 90 % деревьев.

Наблюдения за пожелтением хвои проводились в Бронницком участковом лесничестве 22 октября 2023 г. Все деревья были разделены на шесть категорий в зависимости от процента пожелтения кроны. К первой категории относились деревья с 0% пожелтения хвои, ко второй – от 1 до 24 %, к третьей – 25–49 %, к четвёртой – 50–74 %, к пятой – 75–99 % и к шестой – 100 % пожелтения. Выяснилось, что экотип 15 из Галичского района Ивано-Франковской области остаётся зелёным дольше всех. Наблюдения 14 апреля 2024 г. показали, что данный экотип раньше всех начинает вегетацию, а значит, этот экотип имеет самый продолжительный вегетационный период в условиях Подмосковья.

В настоящий момент исследование начальных фаз сезонного развития лиственницы продолжается. Выявлено, что начало вегетации зависит от географического местоположения объектов. Чем южнее расположен объект, тем мягче климат, а значит, деревья начинают вегетацию раньше. В последней декаде апреля активная вегетация лиственницы наблюдалась в

Бронницах, затем – в Мытищах. На северо-востоке, в Щёлковском районе, на деревьях только начинается распускание пробудившихся почек.

Список литературы

1. Дылис Н.В. Лиственница. М.: Лесная промышленность, 1981. 96 с.
2. Dmitriev E.V., Sokolov A.A., Kozoderov V.V., Delbarre H., Melnik P.G., Donskoi S.A. Spectral-texture classification of high resolution satellite images for the state forest inventory in Russia. // Proc. SPIE 11149, Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology. 2019. V. XXI, I. 111491J. DOI: 10.1117/12.2532965.
3. Козловский Б.Л., Куропятников М.В., Федоринова О.И. Фенология древесных интродуцентов Ботанического сада ЮФУ. Ростов-на-Дону, Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2020. 228 с.

УДК 630*4:630*174.754

САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ НАСАЖДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЗЕМЛЯ ЛЕОПАРДА»

Мозолева Ю.Е., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
ylyamizaleva@gmail.com
Смирнова Т.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
10032015evro1@gmail.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»

Лесопатологическое обследование было проведено на территории Барабашского участкового лесничества Национального парка (НП) «Земля леопарда» в осенний период 2023 г.

Барабашское участковое лесничество относится к лесостепной зоне и на 82,3 % представлено лиственными насаждениями. Хвойные насаждения составляют 17,7 %.

Цель работы – оценить санитарное и лесопатологическое состояние хвойных и лиственных насаждений, произрастающих на территории НП «Земля леопарда». В задачи обследования входило проведение визуального и инструментального обследования 139, 15 и 16 кварталов НП, закладка 10 временных пробных площадей, размером 50×50 м в дубово-сосновых и дубово-широколиственных типах леса.

При визуальном обследовании было осмотрено 928 деревьев. Общая площадь детального обследования составила 5 га.

Преобладающие лиственные породы в насаждениях: дуб монгольский (лат. Quercus mongolica) – 47,7 %, липа амурская (лат. Tilia platyphyllos) – 15,3 %, клен ложнозибольдов (лат. Acer pseudosieboldianum) – 10 %. Из хвойных пород отмечена сосна корейская (лат. Pínus koraiénsis).

Как показал анализ данных, полученных при лесопатологическом обследовании, большинство деревьев дуба монгольского относится к 1 категории состояния (без признаков ослабления), что составило 52,9 %; отмечено 8,7 % усыхающих деревьев, и менее 2 % погибших (свежий сухостой). В ветвях погибших деревьев развиваются личинки Amarysius altajensis coreanum (Okamoto, 1924) и Amarysius sanguinipennis (Blessig, 1872), на стволах имаго усачей р. Mesosa, p. Plagionotus (процесс заселения). На листьях выявлена бурая пятнистость (возбудитель Discula umbrinella).

В санитарно-патологическом отношении липа амурская делится следующим образом: большинство деревьев относится ко второй категории состояния, что составляет 41,9 %, также на территории парка отмечены погибшие деревья, процент которых составляет 6,7.

В древесине погибших деревьев (старый сухостой и старый ветровал) обнаружены личинки усачей Rhaphuma gracilipes (Faldermann, 1835), в гнилой древесине личинки Strangalomorpha tenuis Solsky, Leptura thoracica Creutzer.

Листья липы поражены темно-бурой пятнистостью (возбудитель Cercospora microsora Sacc.).

В санитарно-патологическом отношении деревья березы даурской (лат. Betula dahurica) распределены следующим образом: большинство деревьев относятся к первой категории состояния, что составляет 56,8 %, на территории парка также отмечены погибшие деревья – свежий сухостой – 3,9 %. Идет активное заселение стволов, Xylotrechus hircus (Gebler, 1825). Листва поражена бурой пятнистостью (возб. Marssonina betulae).

Большинство деревьев клена ложнозибольдова относится ко второй категории состояния, что составляет 54,2 %. Погибшие деревья заселены комплексом стволовых вредителей, в том числе усачами Cyrtoclytus capra (Germar, 1824), Rhopaloscelis unifasciata Blessig, Leiopus albivittis Kraatz.

Деревья ореха маньчжурского на пробных площадях ослаблены (преобладает вторая категория состояния). На погибших деревьях отмечены Leptura thoracica Creutzer, Strangalomorpha tenuis Solsky, Dinoptera minuta (Gebler, 1832).

В результате проведенной работы было осмотрено 143 дерева сосны корейской. В санитарно-патологическом отношении деревья делятся следующим образом: большинство деревьев относится к первой и второй категории состояния, соответственно 49,6 % и 24,4%. Погибших деревьев на пробных площадях выявлено менее 5 %. Свежий сухостой заселяют такие виды стволовых вредителей, как короеды р. Tomicus, усачи – р. Monochamus. В древесине и под мертвой корой старого сухостоя найдены личинки Euracmaeops marginatus (Fabricius, 1781), Euracmaeops septentrionis (Thomson, 1866), Gnathacmaeops pratensis (Laicharting, 1784) [1-3].

Список литературы

1. Анисимов Н.С., Безбородов В.Г., Кошкин Е.С. Жуки-усачи (Coleoptera, Cerambycidae) Буреинского заповедника (Хабаровский край, Россия). // Евразиатский энтомологический журнал. 2018. Т. 17, В. 2. С. 139–145.
2. Колесников Б.П. Дальний Восток: Физико-географическая характеристика. / под ред. Г.Д. Рихтер. М.: Изд. АН СССР, 1961. 441 с.
3. Черепанов А.И. Усачи Северной Азии (Cerambycinae: Clytini, Stenaspini). Новосибирск: Наука, 1982. 259 с.

УДК 630*902

ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИСТВЕННИЧНИКОВ В ПОРЕЦКОМ УЧАСТКОВОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ИМЕНИ К.Ф. ТЮРМЕРА

Усманова В.Д., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
u.valeriia01@mail.ru
Пивикова С.Д., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
pivikova04@mail.ru
Научный руководитель: П.Г. Мельник, к.с.-х.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

В сентябре 2024 г. исполняется 200 лет со дня рождения лесовода-классика К.Ф. Тюрмера. Его лесоводственная практика – это тот эталон, который отражает должную суть профессиональной деятельности лесовода и является образцом классического ведения лесного хозяйства в средней полосе России. В своей практической деятельности Карл Францевич разнообразил технические приемы и типы создаваемых искусственных насаждений в зависимости от условий местопроизрастания и биологических особенностей пород. Основная ставка им была сделана на выращивание смешанных хвойных насаждений [1].

Для изучения лесоводственного опыта К.Ф. Тюрмера, были проведены исследования на постоянных пробных площадях (ППП) в лиственнично-еловых (ППП 4Т; 24П), лиственнично-сосновых (ППП 6Т) и лиственнично-сосново-еловых (ППП Рд-1) типах лесных культур. В условиях Подмосковья лиственница характеризуется устойчивостью, быстрым ростом, высокой продуктивностью, а также имеет качественную древесину. Прекрасный ход естественного возобновления лиственницы европейской за пределами ареала распространения говорит об устойчивости и жизненности интродуцента в новых условиях [2]. Сравнивая исследуемые объекты по диаметру, видно, что наибольший диаметр в 164-летнем возрасте имеет насаждение лиственницы европейской на ППП Рд-1 – 62,8 см, на всех пробных площадях, в VIII-IX классе возраста характерен относительно высокий прирост по диаметру от 0,36 до 0,39 см.

По высоте наблюдается практически такая же тенденция, средние высоты насаждений лиственницы плавно изменяются от наибольшей, составляющей 45,3 м (ППП 6Т) до самой низкой 43,7 м (ППП 24П). Таким образом, на пробных площадях ППП 24П и Рд-1 с высоким средним диаметром ствола, средняя высота ниже 43,7 и 44,6 см, что говорит о том, что здесь более сбежистые стволы, чем на остальных опытных объектах.

Показатель продуктивности, является важнейшим при решении вопроса об успешности интродукции того или иного вида. Безусловным лидером по запасу является лиственница на ППП 24П. Её продуктивность превышает этот показатель на остальных исследуемых ППП и составляет довольно внушительную величину – 1475 $м^3$/га. Максимального среднего объёма ствола 6,3 $м^3$ лиственница достигает на объекте двухприёмных лесных культур, созданных в 1861 г. (ППП Рд-1), а минимального – 4,7 $м^3$ в насаждении лиственницы в смешении с елью (ППП 4Т).

По ходу роста и формируемому к возрасту спелости запасу, лиственница европейская превосходит две основые лесообразующие породы Центральной России – ель и сосну. Для условий сложной субори Порецкого лесничества, лиственница европейская растёт по Iс бонитету, сосна обыкновенная по Iа бонитету, а ель европейская характеризуется I классом бонитета. Характерной особенностью лесных культур на ППП 4Т и 24П является лидирующее преимущество лиственницы по производительности – этот тип лиственнично-еловых культур с пониженной густотой посадки способствует формированию высокопроизводительных

насаждений, достигающих запаса стволовой древесины более 1400 м^3/га, со средним приростом – 9,5 м^3/га [3].

По данным последнего лесоустройства, выполненного в 2019 г., лесные участки на которых произрастает лиственница, занимают площадь 610,8 га. Доля лиственницы в составе насаждений составляет от 10 до 1 единицы – преобладают чистые лиственничники. Распределение насаждений по классам возраста неравномерно, древостои с участием лиственницы представлены в основном перестойными насаждениями VII и VIII классов возраста. Средний класс бонитета лиственницы – IA,0. Насаждения лиственницы высших классов бонитета (IA-IБ) занимают 93,4 % покрытых лесом земель. Средняя полнота лиственничников – 0,73. Наличие значительного количества высокополнотных насаждений обуславливает необходимость проведения рубок ухода с целью удаления мягколиственных пород. Преобладающим типом лесорастительных условий для выращивания высокопродуктивных лиственничников является C_3 (влажная сложная суборь) – 78,8 %.

Список литературы

1. Мерзленко М.Д. Эталон деятельности лесовода. М.: Издательский дом Рученькиных, 2022. 174 с.
2. Мельник Л.П. Особенности диссеминации и естественного возобновления лиственницы европейской в центре Русской равнины: дис. … к.с.-х.н. (06.03.02). Успенское, 2022. 144 с.
3. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Маликов А.Н. Динамика роста лиственнично-еловых лесных культур К.Ф. Тюрмера // Лесной вестник. 2020. Т. 24. № 2. С. 11–16. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-2-11-16.

СЕКЦИЯ «ЛЕСОУПРАВЛЕНИЕ, ЛЕСОУСТРОЙСТВО И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»

УДК 551.4.013

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА НА ЛЕСОПОКРЫТЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Белоусова А.Ф., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
Alya.belousova.2002@bk.ru
Научный руководитель: Карминов В.Н., доцент, к.с.-х.н.
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

В настоящее время в геоинформатике до конца не оформился терминологический аппарат, связанный с цифровым моделированием рельефа. Особенно эта ситуация заметна в русскоязычной литературе, где на неопределённость понятийного аппарата накладываются особенности перевода с иностранных первоисточников. В данном случае под ЦМР (цифровой моделью высот, Digital Elevation Model, DEM) понимается трёхмерное отображение поверхности, представленное в виде массива точек с определяемой высотой [1, 2]. При этом, надо признать, что использование термина DEM, как полного аналога ЦМР не совсем корректно. DEM содержит информацию о высоте без описания способов формирования поверхности. ЦМР, в свою очередь, содержит информацию о высоте только истинного рельефа, без учета растительности, зданий и других антропогенных объектов.

ЦМР представляет собой трёхмерные математические модели, содержащие информацию о высотных отметках земной поверхности. Для построения рельефа на больших территориях гораздо практичнее и быстрее работать именно с ЦМР.

Для получения исходного облака точек использовалась съёмка с наземного лидара, которая проводилась на территории исследовательского полигона МГТУ им. Н.Э. Баумана, расположенного в Московском учебно-опытном лесничестве. В результате было получено облако точек размером около 193 млн. точек.

Основная сложность заключается в том, что для лесопокрытых территорий стандартные методы получения рельефа для открытых территорий дают неудовлетворительные результаты. В настоящее время известно несколько способов построения ЦМР для лесопокрытых территория по данным наземного лазерного сканирования с помощью открытого программного обеспечения Cloud Compare.

Для очистки облака от ошибочных точек необходимо выполнить предварительную фильтрацию данных с помощью SOR-фильтр и Noise-фильтр на стандартных настройках.

Метод № 1 – построение ЦМР при помощи плагина CSF (Cloth Simulation Filter). Разделение облаков точек на точки «рельефа» и точки «растительности» является важным шагом для создания цифровых моделей местности лесных территорий. Этот алгоритм основан на методе фильтрации на основе имитации ткани [3]. Плагин позволяет изменять чувствительность к выделению крутых склонов и менять шаг сетки моделирования рельефа. В нашем случае шаг сетки был выбран 0,5 м. Получаемые точки «рельефа» и формируют в данном случаем искомую ЦМР.

Метод № 2 – сглаживание растров. После загрузки исходных данных и применения фильтрации необходимо растеризовать поверхность. Для получения растровой поверхности, горизонталей и mesh-модели используется функция Rasterize. Основная цель этого инструмента – «растрировать» облако точек (т.е. преобразовать его в сетку 2,5D), а затем экспортировать его, например, в виде растрового изображения (формат geotiff) [3]. На следующем этапе работы

применяется плагин CSF-фильтр для получения точек рельефа местности, аналогично методу № 1. Далее слой с точками рельефа, полученного в результате применения CSF-фильтра, необходимо снова растеризовать. На полученной ЦМР видны все особенности рельефа, так же по окраске можно определить возвышенности и впадины рельефа.

Метод № 3 – использование плагина 3D Forest Inventory (3D FIN). Для начала необходимо выбрать исходное облако точек, затем применить плагин с исходными настройками. Поскольку наш набор данных был рассчитан с помощью наземного лазерного сканера, мы не ожидаем большого шума и поэтому оставляем флажок «удаление шума» неотмеченным. В результате мы получаем сгенерированную ЦМР.

Анализируя рассмотренные выше методики, следует отметить, что самым простым в применении оказался метод № 3, но для работы с плагином 3D FIN требуется ПК с высоким уровнем быстродействия, а для более точного результата, в зависимости от ландшафтных особенностей, в ряде случаев требуется изменение исходных параметров плагина. Метод № 1 также является достаточно простым в применении, но для получения точного результата, на некоторых ландшафтах требуется методом подбора определить исходные параметры плагина, что иногда занимает достаточно большое количество времени. Метод № 2 требует больше действий, по сравнению с предыдущими методами, но является более универсальным для большинства типов поверхностей и не нуждается в большинстве случаев дополнительной смены параметров в зависимости от особенностей ландшафта.

Таким образом, с помощью ПО Cloud Compare, мы разобрали известные методики построения ЦМР, создали несколько вариантов ЦМР для лесопокрытых территорий на основе данных наземного лидарного сканирования, и рекомендуем метод № 2, так как он является наиболее универсальным и точным.

Список литературы

1. CSF (плагин). URL: https://www.cloudcompare.org/doc/wiki/index.php/CSF (Дата обращения: 03.05.2024).
2. Карминов В.Н., Мартыненко О.В., Онтиков П.В. и др. Разработка цифровой модели рельефа территории ЩУОЛХ МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана // Ежегодная национальная научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана по итогам научно-исследовательских работ за 2021 г.: Материалы конференции (Мытищи, Московская обл., 31 января – 02 февраля 2022 г.). / под общей редакцией В.Г. Санаева. Красноярск: ООО «Научно-инновационный центр», 2022. С. 41–42.
3. Создание цифровой модели рельефа. URL: https://fotometr.ru/uslugi/tsifrovaya-model-relefa (Дата обращения: 03.05.2024).

УДК 910.27

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЗЕЛЕНОГРАДСКОМ АДМИНИСТРАТИВНОМ ОКРУГЕ МОСКВЫ НА БАЗЕ ГИС

Беньковский С.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
patatostas2@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»

В современном мире невозможно себе представить мегаполис без зелёных территорий, парков и садов. Так же важную роль в экологии города играют зелёные насаждения, посаженные вдоль дорог. В этой связи трудно недооценить важность работ по мониторингу состояния

городских зелёных насаждений. С помощью ГИС-технологии можно не только осуществлять мониторинг текущего состояния насаждений, но и осуществлять планирование мероприятий по уходу за ними, а также следить за распространением вредителей.

В России ясень пенсильванский Fraxinus pennsylvanica Marsh чаще всего сажают вдоль дорог, в парках и других городских посадках. В Москве F. pennsylvanica составляет около 20 % древесных насаждений. Он вносит существенный вклад в экологическое и санитарное благополучие городской среды, так как его густая крона служит естественным фильтром пыли и шумопоглотителем. Семена ясеня служат кормом для снегирей и других пернатых. Кроме того, ясень служит важной эстетической составляющей города.

Ясень пенсильванский – часто встречающаяся древесная порода в Зеленограде. С 2011 г. началось массовое усыхание ясеней вследствие вспышки ясеневой изумрудной узкотелой златки Agrilus planipennis Fairmaire, занесенной в Европейскую Россию из Китая [1, 2]. А в 2017 г. в городе появился еще один чужеродный вредитель – американская ясеневая тля Prociphilus fraxinifolii Riley.

Цель работы – разработка системы мониторинга состояния зелёных насаждений в Зеленоградском административном округе Москвы на базе ГИС.

Полевые исследования выполнялись в районе Силино – 11-ом микрорайоне Зеленограда. В сентябре-октябре 2019 г. были обследованы все ясени микрорайона в количестве 676 деревьев.

Ясень пенсильванский завоевал популярность благодаря слабой восприимчивости к городскому загрязнению и неприхотливости к почве. Еще одним преимуществом этой древесной породы считалась устойчивость к вредителям и болезням. Но, к сожалению, ясень оказался беззащитен перед новым чужеродным вредителем – ясеневой изумрудной узкотелой златкой. Вспышка златки привела к массовой вырубке ясеня в городе в последние 15 лет.

В процессе обследования деревьев выполнялось геокодирование через функцию заметок на Яндекс-картах. Идентификация деревьев была произведена на сайте Плантариум. Для составления карты была использована программа QGIS [3].

В ходе обследования ясеней в 11-м микрорайоне Зеленограда были выявлены следующие признаки повреждения златкой: личиночные ходы под корой, жуки, погибшие под корой, лётные отверстия D-образной формы.

В разработанной геоинформационной системе были собраны координаты деревьев, их биометрические характеристики и информация об их состоянии.

После обработки данных средствами ГИС была получена карта с данными деревьев в Зеленоградском административном округе Москвы, с помощью которой можно просматривать информацию о состоянии зеленых насаждений. Используя интерфейс, можно настраивать отображение слоев, открывать панель атрибутивной информации, просматривать свойства объекта, щелкнув по нему, а также производить измерения. С помощью полученной ГИС можно продолжать фиксацию результатов мониторинговых мероприятий и планировать работы по уходу за городскими зелёным насаждениями.

Список литературы

1. Юрченко Г.И. К распространению и экологии ясеневой изумрудной узкотелой златки (Agrilus planipennis Fairmaire) на Дальнем Востоке России / Г.И. Юрченко, Г.И. Турова, Э.А. Кузьмин // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. Владивосток: Дальнаука, 2007. В. 18. С. 94–98.

2. Ижевский С.С., Мозолевская Е.Г. Изумрудная узкотелая златка (Agrilus planipennis Fairmaire) на московских ясенях // Рос. журн. биол. инвазий. 2008. № 1. С. 20–25.

3. Карминов В.Н., Мартыненко О.В., Онтиков П.В., Максимова А.Н. Геоинформационное картографирование почв и насаждений Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина РАН // Отражение био-, гео-, антропосферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове : сборник материалов VII Международной научной конференции, посвященной 90-летию кафедры почвоведения и экологии почв ТГУ (Россия, Томск, 14–19 сентября 2020 г.) / под ред. С.П.

Кулижского. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2020. С. 65–67.

УДК 630*5

КРИТЕРИИ РАЗДЕЛЕНИЯ ЛЕСНОГО МАССИВА НА ВЫДЕЛЫ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА ЛЕСА ЩЕЛКОВСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА

Выговская М.Е., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
vygovska.masha@gmail.com
Научный руководитель: Стоноженко Л.В., доцент, к.с.-х.н.
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

При таксации леса территория каждого лесного квартала подразделяется на лесотаксационные выделы – первичные лесохозяйственные учетные единицы. Они представляют собой ограниченные лесные участки, относительно однородные по почвенно-грунтовым условиям, качественным и количественным показателям произрастающей на ней растительности, размеры и изменчивость которых не превышают нормативных допусков, установленных лесоустроительной инструкцией, и обусловливают проведение на всей площади выдела одних и тех же мероприятий по использованию, охране, защите и воспроизводству лесов [1].

Лесное дешифрирование является комплексным процессом дистанционного распознавания объектов. В составе признаков дешифрирования для определения ряда показателей насаждений используются измерительные методы, закономерности строения насаждений, биологические свойства древесных пород (элементов леса) [2]. При контурном и таксационном (аналитическом и измерительном) дешифрировании для определения качественных показателей лесных насаждений (состава, средней высоты яруса и элементов леса, возраста и среднего диаметра элементов леса, полноты, группы типа леса и т.д.), категорий, не покрытых лесной растительностью, лесных и нелесных земель, используются следующие признаки дешифрирования: фотометрические, т.е. цвета на цветных спектрозональных изображениях, отражающие различия в спектральной яркости лесных объектов; морфологические, отражающие морфологию объектов, т.е. формы, размеры крон, промежутков, структуру полога насаждений, а также дешифровочные признаки не покрытых лесной растительностью лесных и нелесных категорий земель; ландшафтные, отражающие закономерности распространения элементов ландшафта, в первую очередь типов лесорастительных условий и преобладающих пород, в зависимости от геоморфологической структуры ландшафта.

Для исследований был выбран лесной массив, находящийся на территории Щелковского учебно-опытного лесхоза. Участок выбран как наиболее мозаичный по наличию древесных пород и по количеству выделов на единицу площади.

Цель работы – определить наиболее значимые критерии деления лесного массива на выделы.

Для детального изучения был создан ортофотоплан этого участка. Следующим этапом работы было проведение лесного дешифрирования, которое заключается в выделении из лесного массива нелесных, покрытых и не покрытых лесом площадей и разделении лесного массива на выделы на основании таких критериев как фотометрический (цвета крон) и морфологический (т.е. формы, размеры крон, структуры полога насаждений, а также дешифровочные признаки не покрытых лесной растительностью лесных и нелесных категорий земель) для последующего

описания путем наземного осмотра. В полученном фотоабрисе все выделы были предварительно пронумерованы. Была проведена наземная таксация, в течение которой корректировались границы выделов. При разделении лесного массива на выделы в наземной таксации было два подхода. В северной части участка проведена таксация с учетом научных целей строго по лесоустроительной инструкции. Согласно Приказу № 510 Лесоустроительной инструкции учитывались малейшие признаки разделения на выделы [3].

В южной части проводилась производственная таксация. Это означает, что при наличии критериев для разделения не объединяли выдела, если в них должны проводиться одинаковые мероприятия по уходу за насаждениями. Поэтому в южной части лесного массива выделы в основном объединяли. В ходе наземной таксации 4-й выдел был разделен на три части, так как был неоднороден по составу пород, возрасту главной породы и полноте. Также было обнаружено окно распада в восточной части выдела. На месте 4-го выдела были образованы 3 выдела – 4а, 4б и 4в. Выдел 9 был разделен на выделы 9а и 9б, так как в этих двух частях выявили два разных типа лесорастительных условий. Основными критериями послужили: преобладающая порода и характеристика напочвенного покрова. В случаях определенных границ выделов 9, 10 именно этот критерий был положен в основу как индикатор типов леса. В другой части лесного массива была проведена научная таксация. Выделы 35 и 36; 40 и 41; 47 и 53; 50 и 51 объединили ввиду проведения одинаковых мероприятий по уходу.

Таким образом, без данных ДЗЗ затруднительно провести границу между выделами. Также необходима глазомерная оценка и описание напочвенного покрова с выделением растений, которые являются индикаторами – без нее невозможно точно распределить лесной массив на выделы. При наземной таксации появляются дополнительные критерии, которые не видно в материалах ДЗЗ, такие как тип леса, напочвенный покров и растения-индикаторы влажности, плодородия почвы. Также затруднено разделение выделов в молодняках. Критерии разделения лесного массива на выделы зависит от поставленных задач.

Список литературы

1. Сухих В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве: Учебник. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. 392 с.
2. Руководство по таксации лесов дешифровочным способом URL: https://lesproekt.org/files/Руководство%20по%20таксации%20лесов%20дешифровочным%20способом.pdf (Дата обращения: 07.05.2024).
3. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации «Об утверждении Лесоустроительной инструкции» от 5 августа 2022 г. № 510. КонсультантПлюс. 2022 г. № 70328. URL: https://www.consultant.ru/ [режим доступа: для авторизованных пользователей] (Дата обращения: 01.05.2024)

УДК 630*5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ О МОДЕЛЬНЫХ ДЕРЕВЬЯХ, СОБРАННЫХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГИЛ В КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ, ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОБРАЗУЮЩИХ ДРЕВЕСНЫХ СТВОЛОВ

Гринажук Д.С., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
dgrinazhuk@mail.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»

Существуют нормативные документы, на основании которых проводился расчет размера вреда, причиненного лесам: Постановление Правительства РФ от 08.05.2007 №273 (ред. от 11.10.2014, с изм. от 02.06.2015) «Об исчислении размера вреда, причиненного лесам вследствие нарушения лесного законодательства», утратившее свою силу [1]; Постановление Правительства РФ от 29.12.2018 N 1730 «Об утверждении особенностей возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства», в котором объем древесины определяется по сортиментным таблицам, применяемым в субъекте Российской Федерации, по первому разряду высот в коре [2]. Диаметр ствола деревьев измеряется на высоте 1,3 м, в случае отсутствия ствола дерева – по диаметру пня срубленного дерева. На практике данные вычисления ведут к завышению запаса древесины, в ряде случаев почти в два раза.

Цель исследования – проработка возможности использования коэффициента формы для решения задач лесотехнической экспертизы при определении объема уничтоженного, поврежденного или срубленного ствола дерева в случае отсутствия этого ствола на месте лесонарушения.

Для данного исследования были взяты измерения модельных деревьев ели обыкновенной (*Picea abies* (L.) H. Karst.) и березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth) при проведении ГИЛ по методике 6 точек [3]. При обработке данных измерений использовался графоаналитический метод исключения грубых ошибок, допущенных исполнителями работ. В частности, при высоте измерений до 1,3 м коэффициент формы не может быть меньше 1, а при высоте измерений более 1,3 м коэффициент формы не может быть больше 1.

Исключение составляют ошибки до 5 % связанные с неровностями стволов и др. Выявленные несоответствия были исключены из массива данных.

Следующим этапом был анализ закономерности изменений сбега ствола по ступеням толщины. С точки зрения практического применения, оптимальным решением является наличие единого графика, аппроксимирующего сбег стволов. При объединении значений коэффициентов формы в единый массив данных не произошло значительного рассеивания данных.

Полученные значения для ели аппроксимируются уравнением вида:

$$Y = 23{,}658 \cdot x^2 - 63{,}11 \cdot x + 41{,}413$$
$$R^2 = 0{,}8071$$

Полученные значения для березы аппроксимируются уравнением вида:

$$Y = 19{,}335 \cdot x^2 - 55{,}458 \cdot x + 38{,}548$$
$$R^2 = 0{,}8059$$

После получения уравнений создается номограмма для каждой породы.

Применение данного подхода на практике осуществляется следующим образом.

1. Определяется высота пня от уровня шейки корня.
2. Определяется диаметр пня.

3. По графику определяется коэффициент формы для определенной высоты пня.
4. Диаметр дерева определяется по уравнению вида

$$D_{1,3} = D_n/q_n,$$

где $D_{1,3}$ – диаметр дерева на высоте 1,3 м, см; D_n – диаметр дерева на высоте пня, см; q_n – коэффициент формы на высоте пня.

Существующая в настоящее время методика перехода от диаметра пня на диаметр на высоте 1,3 м (таблицы А.М. Межибовского и В.Е. Шульца) оставляет много вопросов в области практического применения, поэтому предлагается, используя данные по сбегу стволов, составить нормативы для определения D1,3 на основании современных методов обработки данных и математического моделирования. При наличии современных нормативов внести изменения в Постановление Правительства РФ от 29 декабря 2018 г. №1730 «Об утверждении особенностей возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства» в части корректного определения диаметра на высоте 1,3 метра.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 8 мая 2007 г. N 273 «Об исчислении размера вреда, причиненного лесам вследствие нарушения лесного законодательства». URL: https://www.consultant.ru/ (Дата обращения: 01.05.2024)
2. Постановление Правительства РФ от 29 декабря 2018 г. N 1730 «Об утверждении особенностей возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства». URL: https://www.consultant.ru (Дата обращения: 01.05.2024)
3. Приказ Рослесхоза от 6 мая 2022 г. № 556 «Об утверждении регламента организации и проведения мероприятий по государственной инвентаризации лесов центральным аппаратом Рослесхоза, территориальными органами Рослесхоза и подведомственными Рослесхозу организациями». URL: https://www.consultant.ru/ (Дата обращения: 01.05.2024)

УДК 630

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ XML-ДОКУМЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ОТКРЫТОГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ДАННЫХ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Соболев И.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
sobolev.ilya.alexandrovich@gmail.com
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»

Государственный лесопатологический мониторинг (ГЛПМ) осуществляется с целью обеспечения участников лесных отношений информацией о защите лесов, причинах их ослабления и гибели. В основе ГЛПМ лежит периодическое наблюдение за лесами на постоянных пунктах наблюдения (ППН) [1].

Данные, собранные в процессе осуществления ГЛПМ, хранятся в базе данных лесопатологической информации. Их можно выгрузить в формате *.XML для каждого постоянного пункта наблюдения за каждый год их посещения. Они могут использоваться совместно или отдельно в зависимости от задачи. Собранные данные включают таксационные

характеристики для всего участка, для каждого отдельного дерева на ППН и прочую информацию, например: дату посещения, географические координаты пункта и т.д. Благодаря этому, собранные данные можно визуально отобразить на карте и работать с ними в геоинформационных системах (ГИС).

Среди пользователей ГИС активно поддерживается и развивается очень популярная открытая среда QGIS, имеющая большой потенциал в решении многих задач, в том числе благодаря тому, что есть возможность расширять базовый функционал за счёт установки дополнительных модулей, которые разрабатываются в сообществе [2]. Такие модули обычно написаны на популярном и универсальном языке программирования Python.

В совокупности, при использовании модуля, написанного на языке Python, в среде QGIS для обработки XML-файлов можно получить инструмент для решения большого числа задач, оставляя код при этом простым, понятным и легко поддерживаемым, в том числе для выделения и структурирования данных ГЛПМ.

Необходимую информацию из XML-файлов требуется выделить и структурировать для работы с ней, например, в виде сводной ведомости по ряду ППН в Excel. Это можно реализовать разными методами, например: можно просто открыть XML-файл с данными ППН в Excel, но в таком случае потребуются дополнительные действия с файлом. Если учесть, что таких файлов может быть собрано около полутысячи в течение года только по Московской области, то возникает необходимость в более удобных методах структуризации.

С целью разработки технологии обработки XML-документов с помощью открытого геоинформационного программного обеспечения был детально изучен формат XML, его структура, применяемая при ГЛПМ, методы импорта XML-файлов в QGIS. В результате был создан модуль в QGIS на языке программирования Python для выделения и структурирования данных из XML-документов, сформированных на ППН при ГЛПМ.

После установки и активации модуля в среде QGIS появляется меню и панель инструментов плагина. Среди них есть ряд инструментов для определения типа выборки XML-файлов: выбор одного или нескольких файлов; выбор всех файлов в папке и её подпапках; выбор всех файлов в архиве, его папках и подпапках. Вместе с этими инструментами используется переключатель между загрузкой информации для каждого дерева и общей таксационной характеристикой ППН. Также, есть вспомогательный инструмент для загрузки в QGIS, приложения, содержащего график посещения всех ППН.

После выбора XML-файлов в корне вёрстки каждого из них находятся координаты ППН (объекты lat и lon), создаётся новый временный слой, к которому добавляются новые поля. Каждой точке присваивается информация, выделенная из XML-файлов, например: таксационное описание всего участка и общее описание для него, а при переключении в панели инструментов на подеревную таксацию создается новая строка для каждого дерева, записанного в файле.

Помимо основных внутренних библиотек для QGIS использующихся в проекте, в основе выделения информации из XML-файлов в стандартной библиотеке Python применяется модуль xml.etree.ElementTree, который позволяет извлекать нужные значения из этих документов [3].

С выделенными атрибутивными данными можно работать в QGIS, все типы значений заранее были определены в коде для каждого столбца. Также структурированную информацию можно сохранить в любом поддерживаемом средой формате.

Плагин имеет ряд преимуществ, например: занимает очень мало места; способен выделять файлы из архивов различных форматов, папок, подпапок и поддерживает выборку отдельных файлов; работает примерно в 2,5 раза быстрее специальной программы при составлении сводной ведомости. Также, данный модуль можно развивать для решения различных задач, например, для автоматизированного определения объемов потерянной древесины на страте, установления причин, приводящих к потерям.

Список литературы

1. Куликова О.В. Правовое регулирование организации и осуществления мониторинговой деятельности в сфере использования и охраны лесов // Право. Законодательство. Личность. 2014. № 1 (18). С. 138–143.
2. Карминов В.Н. Мартыненко О.В., Стоноженко Л.В. Использование геоинформационной среды QGIS для повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов лесного хозяйства // Цифровые технологии в лесной отрасли: материалы Всероссийской научно-практической конференции, (Воронеж, 19–20 мая 2022 г.). Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2022. С. 51–57. DOI 10.34220/DTFI2022_51-57.
3. Ефремова А.Н., Полячкова М.А. Интеграция библиотек LXML и PANDAS для анализа данных в Python, // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2021. Т. 1. С. 40–45.

УДК 004.85: 630*531

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В КЛАССИФИКАЦИИ ПОРОД ДЕРЕВЬЕВ: ОБУЧЕНИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ТОЧНОЙ И БЫСТРОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Чернякова В.В., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
vika.20002@mail.ru
Научный руководитель: Киселёва В.В., к.б.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Метод сбора данных, основанный на обучении нейронной сети, может обеспечивать высокую точность и эффективность при классификации пород деревьев. Нейронные сети являются мощным инструментом, успешно применяемым в различных областях, включая, в том числе, и классификацию пород деревьев.

Сверточные нейронные сети (Convolutional neural networks) используются для анализа данных с пространственной структурой, например изображений. Они используют следующие операции: свертки для извлечения характеристик из входного изображения и пулинга для уменьшения размерности извлеченных данных. После этого полученные характеристики подаются на полносвязные слои для классификации [1, 2].

Сложность данной задачи связана с тем, что изображения разных пород, полученные дистанционными методами, могут иметь сходства. Традиционные методы классификации (с участием оператора) требуют значительных усилий по сбору и обработке данных, ручной идентификации характеристик пород.

Применение нейронных сетей, по сравнению с традиционными методами, значительно упрощает и ускоряет процесс классификации пород деревьев. Нейронная сеть способна автоматически извлекать признаки из изображений и использовать их для точной классификации. Для обучения модели необходимо подготовить набор данных, включающий изображения различных пород деревьев с соответствующими метками классов. Этот набор на данном этапе работы содержит четыре основные породы, образующие первый ярус насаждений: сосна, ель, берёза, осина. После этого следует выполнить предварительную обработку данных, выбрать оптимальную архитектуру сети и функцию потерь для эффективной оптимизации модели.

При обучении нейронной сети для идентификации пород деревьев на изображениях крон, полученных из ортофотоплана, используются файлы с изображениями отдельных крон размером 64×64 пикселя в формате TIFF. Для создания этих файлов сначала создается векторный слой

полигонов-буферов вокруг точек-вершин деревьев с радиусом, равным разрешению растра, умноженному на 32. Затем происходит вырезание фрагментов из ортофотоплана в соответствии с полигонами-буферами, при этом каждый вырезанный фрагмент изображения сохраняется в отдельном файле.

Для обучения и тестирования модели сначала набирается примерно 500 эталонных данных для каждой породы, для осуществления увеличения выборки таким образом, чтобы на каждый класс приходилось около 2000 изображений.

Затем эти данные подготавливаются и разделяются на обучающую и тестовую выборки; 70 % используется для обучения, 20 % – для валидации, а оставшиеся 10 % – для тестирования. Обучающая выборка используется для тренировки нейросети, тестовая выборка служит для оценки качества модели.

Алгоритм обучения нейросети включает в себя несколько этапов: предобработка данных (например, изменение размера изображений, нормализация яркости и контраста), создание архитектуры сети (например, выбор количества слоев и их типов) и выбор функции потерь для оптимизации модели [2, 3].

Анализ качества результатов распознавания тестовой выборки пока нельзя признать удовлетворительным – по отдельным породам распознается 70 – 90% деревьев. Причина низкого процента распознавания – большое количество размытых изображений, построенных на основе данных воздушного лазерного сканирования. Размер пикселя принят 5×5 см, т.е. 400 пкс. на 1 м^2, тогда как при использованном режиме съемки плотность точек сканирования составляла 30–50 точек на 1 м^2. Пути решения данной проблемы – улучшение качества съемки (увеличение процента перекрытия, снижение скорости полета, уплотнение сети ходов) или, наоборот, увеличение размера пикселя до 20×20 см.

В заключении можно отметить, что, пользуясь разнообразным набором данных, можно обучить модель на различных видах деревьев и добиться высокой точности при их классификации.

Список литературы

1. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль Л. Глубокое обучение / пер. с англ. Л.Л. Слинкина. 2-е изд., испр. М.: ДМК Пресс, 2018. 652 с.
2. Сикорский, О.С. Обзор свёрточных нейронных сетей для задачи классификации изображений // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2017. № 20. С. 37–42.
3. Рашид Т. Создаем нейронную сеть. / пер. с англ. СПб.: ООО «Альфа-книга», 2017. 272 с.

СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ»

УДК 630.36/37(075.8)

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО ТИПА ДОРОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ С УЧЕТОМ МЕСТНЫХ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Белькович А.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
anastasya.smychkova@yandex.ru
Гайфулин Д.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
23dascha23@gmail.com
Научный руководитель: Борисов В.А., к.т.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Современное развитие лесопромышленного комплекса, наряду с увеличением объемов лесозаготовок и последующей транспортировкой лесного груза, требует развития соответствующей дорожно-транспортной инфраструктуры, включая лесные автомобильные дороги, способные обеспечить не только заданную интенсивность и безопасность дорожного движения, но и эффективное использование местных дорожно-строительных материалов при проектировании и строительстве дорог.

В этой связи становится актуальной задача разработки автоматизированного подхода к выбору рациональной дорожной конструкции, учитывающей природно-климатические и производственные условия лесопромышленной компании (ЛПК), а также, находящиеся в непосредственной близости с районом строительства автомобильной дороги, местные дорожно-строительные материалы.

Для обеспечения эффективного функционирования лесных автомобильных дорог необходимо учитывать важнейшие эксплуатационные характеристики, которые зависят от рельефа, интенсивности движения и грузооборота, которые, в свою очередь, определяют сезонность и объемы лесозаготовок. Также весьма важны прочностные характеристики дорожно-строительных материалов, включая грунты, гравий, щебень, отходы промышленности и их способность справляться с воздействием климатических факторов, таких как влажность и перепады температур.

Автоматизированный подход к выбору дорожной конструкции предполагает проведение комплексных расчетов на прочность, сдвиг и морозоустойчивость доступных дорожно-строительных материалов, и позволяет определить оптимальную толщину слоев дорожной конструкции с учетом выше перечисленных критериев и условий. Данный автоматизированный подход с применением языка программирования Python не только обеспечивает устойчивость и долговечность дорожного покрытия, но и снижает затраты на строительство и последующую эксплуатацию лесных автомобильных дорог, как объектов инфраструктуры лесопромышленного комплекса в целом.

Краткая вырезка из кода на Python.

```
def choose_road_materials(gruzooborot):
    if gruzooborot:
        Проведение расчетов на прочность, сдвиг и морозоустойчивость
        # Анализ результатов и выбор оптимальных материалов и толщин слоев
```

```
            material = расчет_прочности()
            thickness = расчет_толщины(material)
            return material, thickness
    else:
            return "Нет необходимости в расчетах"
def recommendations(material, thickness):
    # Генерация рекомендаций на основе выбранных материалов и толщин слоев
    if material == "асфальт":
            if thickness > 10:
                    return "Рекомендуется использовать асфальт толщиной 10 см и более"
    else:
                    return "Рекомендуется увеличить толщину асфальтового покрытия"
    else:
            return "Дорожное покрытие соответствует рекомендациям"
def draw_road_graph(material, thickness):
    # Построение расчетной схемы дорожной конструкции
    схема = чертеж(material, thickness)
    return схема
gruzooborot = input("Присутствует ли грузооборот/интенсивность? (да/нет):")
material, thickness = choose_road_materials(gruzooborot.lower() == 'да')
if material:
    print("Выбранные материалы и толщины слоев:", material, thickness)
    print("Рекомендации:", recommendations(material, thickness))
    print("Чертежный график:")
    draw_road_graph(material, thickness)
else:
    print("Расчеты не требуются")
```

Список литературы

1. Лутц М. Изучаем Python. / 4-е издание. Пер. с англ. СПб.: Символ-Плюс, 2011. 1280 с.

УДК 656.02

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Волченкова А.С., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
volch1993@yandex.ru
Научные руководители: Матюшкина О.Н., ст. преподаватель
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»,
Никитин В.В., д.т.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Термин «мультимодальная перевозка» возник в транспортной логистике сравнительно недавно и означает, что транспортировка некоторой партии груза выполняется минимум двумя видами транспорта и по единому транспортному документу (договору или накладной) [1]. Сегодня около 75 % дальних перевозок грузов, выполняемых транспортом общего пользования, осуществляется в режиме мультимодальных перевозок. Причина этого в том, что из всех видов транспорта лишь один вид, а именно автомобильный, способен доставить груз к двери

потребителя. Поэтому без участия автомобильного транспорта ни один вид перевозок не обходится. Но автомобильный транспорт отнюдь не является дешевым, а также он является одним из самых экологически вредных видов транспорта. Поэтому его доля в мультимодальной перевозке не должна быть слишком большой. Цель работы – изучить экономическую эффективность мультимодальных схем перевозок грузов, которые сегодня бурно развиваются на российско-восточно-азиатском направлении.

Пусть необходимо доставить некоторую партию груза на расстояние L=5000 км. Известны покилометровые тарифы на транспортировку груза различными видами транспорта (автомобильным, железнодорожным, морским). Необходимо оценить основные комбинации видов транспорта в доставке с позиции ее стоимости и затрат времени.

Данная логистическая задача решалась в два этапа. На первом этапе определили величину безубыточного расстояния транспортировки груза автомобильным транспортом [2]. Под таковым понимается дистанция, свыше которой участие автотранспорта в процессе доставки перестает быть экономически оправданным. В расчетах предельная величина безубыточного расстояния перевозки груза автомобилями $l_a{}^b$составила 700 км.

На втором этапе оценивали эффективность возможных схем доставки груза, выделив из них основные. Соотношение расстояний перевозки, преодолеваемых различными видами транспорта, оценивали, используя математический аппарат линейного программирования [3]. Совокупность расстояний должна соответствовать минимуму затрат на перевозку. Постановка задачи имеет следующий вид:

$$F_{\text{x}} = \sum_{i=1}^{3} x_i l_i \Rightarrow \ min, \tag{1}$$

при ограничениях:

$$\sum_{i=1}^{3} l_i = L; \quad l_1 \leq l_a^b; \quad l_i > 0. \tag{2}$$

где x_i – тарифы на транспортировку различными видами транспорта, р/км; l_i – расстояния транспортировки, км.

Далее, как указывалось выше, рассчитали и сравнили стоимость и продолжительность доставки по каждому варианту. Получены следующие результаты:

Схема 1 – автотранспорт (75 км) +железнодорожный транспорт (4125 км) + морской транспорт (800 км). Стоимость доставки составила 41,9 тыс. руб., время доставки 18 сут.;

Схема 2 – автотранспорт (75 км) +железнодорожный транспорт (4925 км). Стоимость доставки составляет 79,5 тыс. руб., время груза в пути 10 сут.;

Схема 3 – автотранспорт (75 км) + авиатранспорт (4925 км). Время в пути здесь не превышает 3 сут. при стоимости доставки 498,1 тыс. руб.

Результаты расчетов показывают, что, как и ожидалось, наиболее выгодной с экономической точки зрения оказывается вариант мультимодальной транспортировки №1, однако сроки доставки здесь максимальны. Схема приемлема для несрочных торговых грузов. Вариант № 3 пригоден ограниченно и лишь для весьма узкой группы специфических грузов, когда стоимость решающего значения не имеет.

На данном этапе в работе не учитывался объем (масса) транспортируемой партии груза, в расчетах ограничились лишь привязкой ее к размеру 1 TEU (стандартная транспортная единица, эквивалентная двадцатифутовому грузовому месту/контейнеру). Также транспортировка априори считалась экспортной, и поэтому полагалась завершенной с прибытием груза в первую точку страны заказчика. В дальнейшем предполагается расширить спектр исследований, добавив в него учет вида груза, его массы, а также и транспортировку непосредственно до двери потребителя.

Список литературы
1. Герами В.Д., Колик А.В. Управление транспортными системами. Транспортное обеспечение логистики: учебник и практикум для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Юрайт, 2024. 536 с.
2. Неруш Ю.М., Саркисов С.В. Транспортная логистика: учебник для вузов. Москва: Юрайт, 2024. 351 с.
3. Аникин Б.А. Логистика: учебник / под ред. Б.А. Аникина. Москва: Инфра, 2010. 400 с.

УДК 630*3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК С ПРИМЕНЕНИЕМ ФОРВАРДЕРА

Елизов С.А**.,** студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»
atas2003e@gmail.com
Научный руководитель: Лаптев А.В., ст. преподаватель
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»
laptev@mgul.ac.ru

При выборочной рубке наиболее перспективной и удовлетворяющей лесохозяйственным требованиям является выполнение рубок по среденепасечной технологии. Среднепасечная технология основана на разработке лесосеки пасеками шириной 30–35 м, что определяется полуторной высотой дерева, как наилучшей шириной пасеки с точки зрения лесоводства. При этом суммарная площадь волоков составляет 12–15 % и соответствует лесохозяйственным требованиям [1].

Однако при работе по этой технологии после раскряжевки часть сортиментов оказывается вне досягаемости манипулятора форвардера. Это, как правило, комлевые и самые ценные сортименты. Подкатывание вручную не возможно из-за того, что мешаются деревья, оставляемые на доращивание. Требуется продольное подтаскивание в зону доступа манипулятора.

Для решения проблемы сбора и погрузки удаленных от волока сортиментов следует установить лебедку на форвардер. Наиболее эффективным является установка лебедки в центральной части, это расположение является самым удобным, т.к. в ином случае при установке лебедки спереди, помехой для манипулятора станет моторный отсек, тем самым полезная площадь работы манипулятора сократиться. В случае установки лебедки сзади при сборе пачки обзор из кабины ухудшается, тем самым работа манипулятором невозможна. При установке лебедки на середину протаскивание сортиментов получается продольно упавшему дереву, наблюдение за трелевкой из кабины более удобно, плюс возможна совместная работа по сборке сортиментов манипулятором и подтаскиванию лебедкой [2].

После расчета необходимого тягового усилия рекомендуется использование лебедки «Farmi KV 140 RC», конструкция и привод которой позволяет установить её на форвардеры различных производителей. Данная лебедка справляется с работой в древостое с объемом хлыста до 5 м^3.

Так же существует вариант установки лебедки на манипуляторе. Удобством данного способа является возможность поворота лебедки вместе с манипулятором в направлении подтаскиваемых сортиментов, но существенным недостатком является невозможность совместной работы манипулятора и подтаскивающей лебедки.

Дооснащение такой лебедкой позволит полностью использовать преимущества любого форвардера на выборочных рубках с полным соблюдением лесохозяйственных требований к проведению выборочных рубок при применении среднепасечной технологии.

Список литературы

1. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 17.01.2022 № 23 «Об утверждении видов лесосечных работ, порядка и последовательности их выполнения, формы технологической карты лесосечных работ, формы акта заключительного осмотра лесосеки и порядка заключительного осмотра лесосеки». URL: https://www.consultant.ru/ (Дата обращения 01.05.2024)
2. Патякин В.И. Технология и машины лесосечных работ: учебник / В.И. Патякин и др.; под ред. В.И. Патякина. СПб.: СПбГЛТУ, 2012. 362 с.

УДК 630*31

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК

Клепалова А.С., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
klepalova.aleks@yandex.ru
Научный руководитель: Лаптев А.В., ст. преподаватель
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
laptev@mgul.ac.ru

Выборочные рубки – это рубки лесных насаждений на определённых земельных участках, при которых вырубают часть деревьев определённого возраста, размера, качества или состояния.

Выборочные рубки с одной стороны позволяют сделать лес источником древесного сырья, с другой стороны снизить пожарную опасность, а также создать условия для скорейшего лесовозобновления. Данные рубки являются перспективным направлением в связи с политикой неистощимого лесопользования.

При подборе и проектировании технологического процесса выборочных рубок следует учитывать большое количество разнообразных факторов. Но важно учитывать лесоводственные требования к технологии проведения лесосечных работ, так как они содержат несколько значимых ограничений:

– площадь технологических коридоров (волоков) не должна превышать 15 %, а погрузочных площадок – 3 % от общей площади лесосеки;

– доля сохраненного подроста должна быть больше 80 %, а доля повреждённых деревьев меньше 5 %;

– не допускается уничтожение верхнего плодородного слоя почвы вне волоков и погрузочных площадок [1].

Стоит отметить, что при современной выборочной рубке технологические операции выполняются бензомоторными пилами, а трелёвку производят различными типами тракторов в зависимости от вида трелюемых лесоматериалов.

Рассмотрим первый технологический процесс, который предусматривает трелёвку деревьями. Сначала происходит валка бензомоторной пилой, затем трелюют гусеничным или колёсным тракторами, а уже потом совершается обрезка сучьев и раскряжёвка бензомоторной пилой на погрузочном пункте у дороги.

Преимуществом данного способа является полное соблюдение лесоводственных требований к технологии проведения лесосечных работ.

Недостатком данной технологии является то, что при трелёвке деревьев за крону, к сожалению, повреждается подрост.

Второй технологический процесс предусматривает трелёвку хлыстами. Алгоритм его представляется следующее образом: валка и обрезка деревьев бензопилой на пасеке, затем трелёвка хлыстов к погрузочному пункту и последующая раскряжёвка их на сортименты на погрузочному пункте у дороги. В качестве трелёвочного трактора используются гусеничные и колесные трактора, оборудованные технологической системой для сбора хлыстов в пачку и удержания её в процессе движения.

К преимуществам данной технологии относится большая производительность, а к недостаткам можно отнести то, что в таком технологическом процессе наблюдаются значительные повреждение корней деревьев и почвенного покрова. Также стоит отметить, что современная выборочная рубка с трелёвкой хлыстов может привести к повреждению 30–40 % оставленных деревьев.

Третий технологический процесс, заключается в том, что трелёвка осуществляется сортиментами. Операции происходят в следующей последовательности: валка, обрезка сучьев и раскряжёвка, осуществляемая на пасеке. Дальше происходит трелёвка к погрузочному пункту, которая в настоящее время чаще всего осуществляется погрузочно-транспортной машиной (форвардером).

Форвардеры обладают рядом неоспоримых преимуществ перед трелёвочными машинами. Во-первых, сбор и погрузка сортиментов осуществляется манипулятором, что уменьшает долю тяжелого ручного труда. Во-вторых, сортименты транспортируются в полностью погруженном состоянии в транспортном отсеке, и не повреждают древостой и подрост, а также корней деревьев, как это наблюдается при трелёвке деревьями и хлыстами. Ещё, благодаря данной машине, сортименты не волочатся по земле, а значит, не пачкаются. В-третьих, загрузка и выгрузка сортиментов при помощи манипулятора позволяет производить дробную сортировку т.к. состав сортиментов при выборочной рубке очень разнородный [2].

Однако широкому применению форвардера при проведении выборочных рубок мешает тот фактор, что работа может осуществляться только по узкопасечной технологии, которая не соответствует вышеупомянутым лесоводственным требованиям, а именно, при её выполнении суммарная площадь волоков составляет 20–25 % от площади лесосеки, то есть не соответствует норме – 15 %.

Выходом из этой ситуации является оснащение форвардера дополнительным технологическим оборудованием (в виде лебёдки), позволяющим ему работать по среднепасечной технологии. Она основана на разработке лесосеки пасеками шириной 30–35 м.

Список литературы

1. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 17.01.2022 № 23 «Об утверждении видов лесосечных работ, порядка и последовательности их выполнения, формы технологической карты лесосечных работ, формы акта заключительного осмотра лесосеки и порядка заключительного осмотра лесосеки». URL: https://www.consultant.ru/ (Дата обращения 01.05.2024)

2. Патякин В.И. Технология и машины лесосечных работ: учебник / В.И. Патякин и др.; под ред. В.И. Патякина. СПб.: СПбГЛТУ, 2012. 362 с.

УДК 621.593/ 621.4

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОРОДНО-КИСЛОРОДНОЙ ДОБАВКИ К ТОПЛИВУ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Шевцов И.П., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
domino 264@yandex.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»

Проблема всех топлив на углеродной основе и природного газа, используемого как основа топливной смеси поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС), состоит в их низкой скорости горения [1].

Использование же топливных смесей на основе водорода требует глубокой переработки конструкции ДВС и систем хранения и транспортировки такого топлива в автомобиле. Поэтому массовое применение топлива на основе водорода не данный момент не возможно [2]. Однако его применение в качестве добавки к традиционному топливу улучшает его горючие свойства без глубокой модернизации ДВС [2, 3].

Поэтому, в первом приближении, можно считать, что ДВС, использующие водородно-кислородную добавку в топливной смеси представляют наибольший интерес для массового использования.

Физико-химические и теплофизические свойства углеводородного топлива с водородно-кислородной добавкой значительно выше, чем у традиционной топливной смеси на основе одних углеводородных элементов. Так показатели температуры самовоспламенения 500 ^{o}C, горения 2800 ^{o}C, скорости детонации 2,8 км/с., теплотворности 120 МДж/кг значительно выше показателей углеводородного топлива. Водородно-кислородная добавка в топливную смесь ДВС повышает сгораемость топлива, а при достаточном его количестве оно сгорает полностью.

Поэтому целью экспериментального исследования являлось исследование влияния параметров водородно-кислородной смеси на результаты работы ДВС.

Для проведения эксперимента был выбран двигатель 1,6 Ti HXDA автомобиля Ford Focus 2 по причине идентичности работы логики систем контроля работы двигателя с аналогичными системами на всех современных грузовых автомобилях и специальных машинах с электронным блоком управления двигателем.

Эксперименты проводились на работающем исправном прогретом ДВС с изменением холостых оборотов ДВС с 900 до 3000 об/мин.

Добавки ННО газа в топливо-воздушную смесь, подаваемую в ДВС, выявили следующие положительные эффекты:

– снижение расхода углеродного топлива более 20% для бензинового ДВС;
– снижение шумности работы ДВС;
– снижение температуры выхлопных газов;
– снижение загрязняющих частиц в выхлопных газах;
– очищение элементов камеры сгорания ДВС от нагара в процессе работы на топливной смеси с водородно-кислородной добавкой.

Возможно наличие иных эффектов в области изменения скорости деградации смазывающих жидкостей ДВС, снижения токсичности выхлопа и побочной очистки элементов ДВС и выхлопной системы от масляно-топливных отложений, что предстоит выяснить в ходе дальнейшей работы.

Список литературы

1. Климентьев А.С. История применения газового топлива в транспортных машинах // Транспорт на альтернативном топливе. 2011. № 5 (23). С. 74 – 77.
2. Певнев Н.Г., Понамарчук В.В. Перспективы комбинирования моторного топлива путем применения водородосодержащей добавки // Вестник СибАДИ. 2016. В. 2 (48). С. 75-81.
3. Исматов Ж.Ф., Джалилов Ж.Х., Файзуллаев А.Ж. Применение водорода в виде добавки автомобильных двигателях // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. В. 4 (85). URL: https:// 7 universum.com/ru/tech/ archive /item/11523 (Дата обращения: 24.03.2024).

СЕКЦИЯ «АРХИТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОТКРЫТЫХ ПРОСТРАНСТВ»

УДК 712-1

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИДРОПАРКОВ

Абакумова В.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
abaku44 @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»

Современные городские ландшафты все чаще становятся объектами внимания архитекторов и градостроителей, которые стремятся создать уникальные и устойчивые общественные пространства, улучшающие качество жизни горожан. [1]

Цель исследования заключается в разработке принципов создания гидропарка, аналогичного Онтарио Плэйс в Канаде.

Задачи исследования:

1) изучение основных аспектов, которые делают данный гидропарк успешным и привлекательным для посетителей;

2) выявление обобщенных принципов, которые можно применить при проектировании подобных общественных пространств в других регионах.

Гидропарк Онтарио Плэйс в Канаде – не просто общественное пространство, это настоящий символ гармонии между человеком и природой, место, где архитектура, развлечения и образование переплетаются в уникальном сочетании. Подобно магниту он притягивает как местных жителей, так и туристов, предлагая неповторимый опыт отдыха и открытий [2].

Основные аспекты концепции создания и функционирования гидропарка Онтарио Плэйс [3]:

– интеграция с природой и архитектурой: гидропарк размещается на трех искусственных островах, окруженных зелеными насаждениями, в непосредственной близости от берегов озера Онтарио. Это стратегическое расположение позволяет посетителям ощутить связь с окружающим миром и насладиться панорамными видами на озеро и город. Архитектурные элементы парка гармонично вписываются в природный ландшафт, создавая атмосферу спокойствия и восхищения.

– разнообразие развлечений и образовательных возможностей. Онтарио-Плэйс предлагает разнообразные виды развлечений и активностей для посетителей всех возрастов и предпочтений. От аттракционов и игровых зон до образовательных программ и экскурсий, здесь каждый найдет что-то по своему вкусу. Важным аспектом является интеграция образовательных элементов в развлекательный контент, что позволяет посетителям не только отдохнуть, но и узнать новое о мире вокруг.

– уникальная атмосфера и культурное наследие. Парк является не только местом развлечений, но и носителем культурного наследия и истории региона. Различные архитектурные и скульптурные элементы парка отражают местные традиции и историю, создавая уникальную атмосферу места. Это делает гидропарк не просто местом отдыха, а настоящей достопримечательностью, привлекающей тех, кто интересуется культурой и историей родной страны.

Исследуя успешность и привлекательность гидропарка Онтарио Плэйс, мы можем выделить несколько обобщенных принципов, которые могут быть применены при проектировании подобных общественных пространств в других регионах. Это интеграция с

природой и архитектурой, разнообразие развлечений и образовательных возможностей, а также уникальная атмосфера и культурное наследие. Создание гидропарка, который будет сочетать в себе эти принципы, поможет сделать его уникальным объектом ландшафтной архитектуры, привлекательным и успешным местом отдыха и развлечений для широкой аудитории.

Список литературы

1. Ерзин И.В., Разумовский Ю.В. О функциях системы озелененных и природных территорий: терминология и классификация // Лесной вестник. 2018. В. 22. № 4. С. 59-67.
2. Донцов Д. Г. Принципы проектирования гидропарков: автореферат дис. ... кандидата архитектуры (18.00.04). Ленингр. инж.-строит. ин-т. Ленинград, 1990. 23 с.
3. Therme redesigns proposed Ontario Place waterpark. URL: https://www.canadianarchitect.com/company-redesigns-proposed-ontario-place-waterpark-and-spa-adds-more-public-space/ (Дата обращения 10.05.2024)

УДК 712

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИРОДНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ С АНТРОПОГЕННЫМИ СОСТАВЛЯЮЩИМИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Аниканова Е.Р., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
lizaanikanova@list.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»

Устойчивые города должны быть хорошо интегрированы в окружающие их районы с помощью зеленой и голубой инфраструктуры (леса, другие природные зоны, реки, озера, парки и т.д.), предоставляя людям возможность воссоединиться с природой. Устойчивые города снижают воздействие на окружающую природную среду. Цель настоящего исследования – выявление недостатков системы озелененных и природных территорий населенного места в части взаимодействия с водными объектами. Ключевыми аспектами направленности исследовательской работы являются:

1) реализация потенциала водного объекта (в рекреационном, эстетическом, экологическом отношениях);

2) воздействие населенного места на водный объект (стоки, загрязнение, нарушение водного режима и другие антропогенные факторы, влияющие на природные водные объекты).

Объекты исследования – малые города Российской Федерации. Малый город – это город или поселок с численностью населения до 50 тыс. чел. Такое количество жителей образует весьма значимую социальную группу общества [1]. Малые города являются административными, экономическими, социальными и культурными центрами для поселений сельского типа, поэтому от их благополучия зависит сохранение структуры расселения, что является геополитическим приоритетом при низкой плотности населения в Российской Федерации. Основной классификационный признак, принятый для классификации населенных мест в Российской Федерации – численность населения [2].

На протяжении длительного времени береговые участки и прилегающие территории чаще всего считались неудобными для застройки из-за различных факторов, таких как: сезонное затопление, сложность доступа, функциональная периферийность. В связи с ростом и модернизацией городских пространств менялись социально-экономические условия, и, впоследствии, потребности людей. Учитывая принципы комплексного развития и особенности создания безопасной и комфортной городской среды, для создания современных городских

пространств требовались новые методы и подходы к развитию, как свободных территорий, так и уже застроенных городских районов.

В начале XXI века произошло масштабное переосмысление требований к функциональной насыщенности этих пространств, и их роль, неиспользуемого территориального городского резерва, сменилась интенсивным освоением как городского пространства [3]. На основании анализа литературы были определены основные факторы, оказывающие влияние на водные объекты:

1) градостроительный фактор учитывает пространственно-планировочный, транспортно-коммуникационный и техногенный аспекты формирования прибрежной территории;

2) природно-экологический фактор исходит из технических преобразований, природно-техногенных систем, рекреационной нагрузки и расстояния от водного объекта;

3) ландшафтный фактор учитывает весь спектр биотических компонентов (флора и фауна), абиотических компонентов (рельеф, почвы, географическое положение, геология, гидрология, климат) и их взаимодействия.

Основываясь на лимитирующих факторах, социально-культурных, социально-экономических, природных особенностях взаимодействия и организации сложных объектов ландшафтной архитектуры, которые включают природную (водную) и антропогенную составляющую, необходимо минимизировать негативное влияние на территорию с целью реализации их ландшафтно-рекреационного потенциала.

Список литературы

1. Бондарская О.В., Бондарская Т.А. Место малого города в пространственно-иерархический системе «центр – периферия» // Социально-экономические явления и процессы. 2014. № 8. С. 11–17.
2. Теодоронский В.С., Ерзин И.В. Основы архитектуры и градостроительства. Функциональное зонирование и планировка населенных мест: учебное пособие. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. 93 с.
3. Ерзин И.В. Приречные территории урбосистем: неосвоенный потенциал // Великие реки 2018: труды научного конгресса 19-го Международного научно-промышленного форума: в 3 т. Н. Новгород: ННГАСУ, 2018. 433 с.

УДК 712

ВЫЯВЛЕНИЕ ФАКТОРОВ, ОГРАНИЧИВАЮЩИХ ТУРИСТИЧЕСКУЮ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ МАЛОГО ГОРОДА

Архипова А.С. студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Факультет лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства»
nastya_arhip@mail.ru
Научный руководитель: Ерзин И.В., к.б.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Факультет лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства»

В современный период развития России внутренний туристический рынок страны становится более привлекательным. Это влияет не только на увеличение разнообразия товаров и услуг, предлагаемых туристам, но и увеличение потока посетителей в относительно новые, малоисследованные туристические направления. Такие направления могут включать в себя многие малые города в европейской части России с интересной историей и старинной архитектурой [1].

Цель работы – определить основные причины незаинтересованности туристов в посещении малого города и разработать рекомендации по улучшению туристической

инфраструктуры и повышению ее привлекательности.

Задачи исследования:

1) изучить исторические, архитектурные и ландшафтные особенности выбранного малого города;

2) проанализировать причины туристической непопулярности;

3) провести комплексный анализ туристского потенциала;

4) разработать методику оценки туристической привлекательности для применения в малых городах.

5) предложить рекомендации для появления привлекательности и улучшения туристической инфраструктуры.

Анализ статистических данных показывает, что в настоящее время в малых городах туристический потенциал не используется в полной мере и, во многих случаях, не рассматривается как ресурс для экономического развития. Действия по повышению туристической привлекательности малых городов могут рассматриваться как инвестиции в будущее, и в настоящее время они тут же приносят экономический эффект. Для активизации деятельности администраций городов объявлен конкурс для небольших городов и исторических поселений по федеральному проекту «Формирование комфортной городской среды» (период реализации 2019–2024 гг.) в рамках национального проекта «Жилье и городская среда». В настоящее время эти два проекта, вероятно, являются ключевыми проектами благоустройства территорий городов России с учетом их географического охвата. По мнению экспертов, с каждым новым конкурсным годом число представленных качественных проектов увеличивается. Они все чаще отражают не только стремление к созданию комфортной обстановки в центре города, но и уделяют внимание особенностям местности, предлагают комплексный подход к раскрытию исторического, культурного и туристического потенциала городов и поселений [2].

В качестве объектов исследования были отобраны 10 малых городов России. Города выбирались с учетом исторической значимости, туристической активности, а также наличия объектов ландшафтной архитектуры. Были выбраны: Осташков (Тверская обл.), Сенгилей (Ульяновская обл.), Кинешма (Ивановская обл.), Старая Русса (Новгородская обл.), Касимов (Рязанская обл.), Калязин (Тверская обл.), Лиски (Воронежская обл.), Курчатов (Курская обл.), Торопец (Тверская обл.), Боровск (Калужская обл.).

В качестве примера приводим данные исследования г. Осташкова. Великолепное архитектурное наследие Осташкова находится в критическом состоянии. В городе достаточно большое количество старинных купеческих и дворянских домов, храмов и монастырей, сравнимое с историко-культурным наследием городов Суздаль, Муром или Ростовом Великий [3]. Для оценки эстетических свойств ландшафтов на территории Осташкова были выделены следующие показатели: 1) наличие водных объектов; 2) привлекательные пейзажи (доминанта в пейзаже), многоплановость, глубина и разнообразие перспектив, натуральность (девственность) пейзажа; 3) выразительность рельефа (наличие холмов и склонов); 4) пространственное разнообразие растительности (общая лесистость пейзажа); 5) степень антропогенной трансформации пейзажа (наличие сельскохозяйственных угодий и дорог).

В настоящее время ситуация с туризмом в малых городах Российской федерации выглядит достаточно противоречивой. С одной стороны, затруднившиеся условия выездного туризма создают предпосылки для развития внутреннего туризма. С другой стороны, неблагоприятная динамика оттока населения в большие города создает заброшенность малых городов, что способствует уменьшению спроса на туристском рынке.

Список литературы

1. Ерзин И.В. Приречные территории урбосистем: неосвоенный потенциал // Великие реки 2018: труды научного конгресса 19-го Международного научно-промышленного форума: в 3 т. Н. Новгород: ННГАСУ, 2018. 433 с

2. Ерзин И.В. Ландшафт как функциональная подсистема населенного места // Лесной

вестник. 2018. В. 22. № 3. С. 85–89.
3. Ерзин И.В., Сахарова М.П. Функциональный потенциал прибрежных территорий города Осташков: возможности для повышения качества жизни и туристической привлекательности // Ландшафтная архитектура в эпоху глобализации. 2020. № 2. С. 5–15.

УДК 58.072

ЛЮПИН МНОГОЛИСТНЫЙ LUPINUS POLYPHYLLUS LINDL. КАК ИНВАЗИВНЫЙ ВИД В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Кохтенко К.Е., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Ландшафтная архитектура и садово-парковое строительство»
ksenyakohtenko@gmail.com
Научный руководитель: Чернышенко О.В., д.б.н., профессор
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Ландшафтная архитектура и садово-парковое строительство»

Инвазивные виды являются одной из основных угроз для биоразнообразия во всем мире. Эти виды вытесняют местные растения, нарушают экологические системы и наносят экономический ущерб. Люпин многолистный (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) является инвазивным видом, который распространился в Московской области и стал серьезной проблемой для местных экосистем. Цель работы – изучить характеристики инвазивности люпина многолистного в Московской области с целью многолетнего мониторинга для дальнейшей борьбы с его распространением.

Люпин многолистный – многолетнее травянистое растение семейства бобовых. Характеризуется прямостоячими стеблями высотой до 1,5 м, покрытыми волосками. Листья пальчато-сложные, с 5–12 листочками. Соцветия – кистевидные, длиной до 30 см, состоят из крупных, ярко-синих или белых цветков. Люпин многолистный был завезен в Европу из Северной Америки в качестве декоративного растения. В Московской области он был впервые обнаружен в начале XX века. С тех пор он широко распространился по всей территории области, заселяя луга, опушки лесов, обочины дорог и леса.

Люпин многолистный является агрессивным инвазивным видом, который быстро распространяется и вытесняет местные растения. Его корневая система выделяет алкалоиды, которые ингибируют рост других видов. Кроме того, он фиксирует азот из атмосферы, что приводит к увеличению содержания азота в почве и созданию условий, неблагоприятных для местных луговых видов.

Во время ознакомительной практики на 1 курсе направления подготовки 35.03.10 «Ландшафтная архитектура» в июле 2023 г. было заложено 20 временных пробных площадок (площадь каждой 3×3 м^2) со стороны просеки под ЛЭП, которая проходит от микрорайона Заветы Ильича до СНТ «Труд и отдых» г. Пушкино, Московской области. Регистрировался видовой состав растений и проективное покрытие в процентах. Среднее проективное покрытие люпина на всех площадках составило 40 %. При этом инвазии продолжаются на близлежащую лесную территорию. Известно, что распространение люпина под ЛЭП продолжается в течение около 10 лет, он «убежал» с дачных участков СНТ. Побеги люпина создают высокую плотность вдоль обочин дорог и на лугах, вытесняя местные растения даже в тенистых лесных местообитаниях.

Инвазия люпина многолистного нарушает естественные экологические системы. Он снижает разнообразие растений и насекомых, изменяет состав почвы и нарушает гидрологический режим. Люпин снижает урожайность сельскохозяйственных культур, особенно бобовых, из-за конкуренции за ресурсы. Кроме того, он создает проблемы для животноводства, так как содержит алкалоиды, которые могут быть токсичными для скота.

Борьба с люпином многолистным требует комплексного подхода и комбинации различных методов. Среди эффективных методов борьбы с люпином многолистным можно выделить механическое удаление растений и семян, воздействие химическими веществами, биологический контроль с использованием естественных врагов или паразитов, специализирующихся на этом растении, профилактические меры и, главное, систематический мониторинг [1-3]. Регулярное наблюдение за популяциями люпина многолистного в Московской области поможет своевременно остановить распространение люпина многолистного.

Люпин многолистный является серьезной проблемой для биоразнообразия и экосистем Московской области. Чтобы сдержать дальнейшее распространение этого инвазивного вида необходим многолетний комплексный мониторинг.

Список литературы

1. Чернышенко О.В., Фролова В.А., Жданова Л.П. Стратегия ООН и индикаторы устойчивости экосистем для сохранения городского биоразнообразия Москвы // Лесной вестник. 2021. В. 25. № 3. С. 93–102.
2. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 312 с.
3. Беднова О.В. и др. Мониторинг состояния лесных и городских экосистем: монография. / под ред. В.С. Шалаева, Е.Г. Мозолевской М.: МГУЛ, 2004. 233 с.

УДК 712

ЭКСПОЗИЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗООПАРКОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ОЗЕЛЕНЕНИИ

Соловьева Д.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Ю. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
dashasol01@mail.ru
Научный руководитель: Разумовский Ю.В., к.б.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Ю. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Вопрос организации зоологических парков сложен. Недостаточная изученность специфики проектирования, отсутствие нормативно-справочного материала и неэффективность результатов благоустройства определяют актуальность исследования архитектурно-экспозиционной среды зоопарков. Цель работы – изучение вопросов организации экспозиций, применение их в благоустройстве и озеленении на примере зоопарка «Экзотик парк» с предложением ассортимента растений.

В задачи исследования входило:

– изучение типологии экспозиционных зон и приемы озеленения зоопарков;

– разработка проектного решения для зоопарка «Экзотик парк»;

– составление ассортиментной ведомости растений для выбранного экспозиционного принципа.

Для реконструкции благоустройства и озеленения был выбран зоопарк «Экзотик парк» в Новой Москве, г. Троицк. В рамках комплексного предпроектного анализа было проведено исследование на размещение животных с целью выявления экспозиционного принципа [1]. Архитектор Алонов Ю.Г. представил в своих работах принципы организации экспозиционной зоны зоопарка: систематический (таксономический), зоогеографический, экологический, популярный, зооботанический и краеведческий [2]. Самыми современными и популярными на данный момент являются зоогеографический и экологический. В «Экзотик парке» при обследовании не было выявлено никакого принципа размещения, животные располагаются

хаотично. В качестве проектного решения был выбран зоогеографический принцип экспозиционной зоны с необходимостью перемещения некоторых животных в другие, сходные с прежними по планировке, комфорту и безопасности, вольеры. Таким образом, были сформированы зоны экспозиции Северной Америки, Африки и Азии.

При зонировании территории зоопарков выделяют парковую зону, которая должна быть второй по величине от всей территории зоологического сада [3], при этом, предлагается использовать зеленые насаждения внутри вольеров для воссоздания максимально приближенного естественного местообитания животных. Также рекомендован принцип непрерывности ландшафтных экспозиций и погружения в природную среду местообитания животных, который работает по обе стороны вольера.

Были предложены проектные решения по прогулочным зонам и смотровым площадкам, зеленые насаждения которых должны быть продолжением экспозиции согласно зоогеографическому принципу.

На основании всех исследований в проектном решении был разработан ассортимент древесно-кустарниковой растительности на основе зоогеографического принципа и приема «погружения в ландшафт». Были предложены древесные растения с высокой зимостойкостью в условиях средней полосы России для обеспечения эффекта непрерывности экспозиций и ощущения посетителями «нахождения на территории животных». На участке Северной Америки будут произрастать группы из ели сизой (Picea glauca oss.), пихты бальзамической (Abies balsamea L.), псевдотсуги мензиса (Pseudotsuga menziesii Mirb.), можжевельника даурского (Juniperus davurica Pall.), можжевельника скального (Juniperus scopulorum Sarg.), боярышника мягковатого (Crataegus submollis Sarg.), клена красного (Acer rubrum L.), клена сахарного (Acer saccharum M.) и клена серебристого (Acer saccharinum L.), ореха серого (Juglans cinerea L.) и ореха черного (Juglans nigra L.), магнолии заостренной (Magnolia acuminata L.), рябины красивой (Sorbus decora Sarg.), бузины канадской (Sambucus canadensis L.), птелеи трехлистной (Ptelea trifoliata L.), рододендрона вазея (Rhododendron vaseyi A.), рододендрона каролинского (Rhododendron carolinianum R.), рододендрона катевбинского (Rhododendron catawbiense M.), ивы мохнатой (Salix lanata L.), магонии падуболистной (Mahonia aquifolium N.), пузыреплодника калинолистного (Physocarpus opulifolius L.), магнолии лебнера (Magnolia loebneri L.). На экспозиции Северной Африки будут располагаться ольха черная (Alnus glutinosa L.), рябина обыкновенная (Sorbus aucuparia L.), тополь белый (Populus alba L.). На экспозиции Азии – лиственница сибирская (Larix sibirica L.) и лиственница японская (Larix kaempferi L.), бархат амурский (Phellodendron amurense R.), орех маньчжурский (Juglans mandshurica M.), можжевельник твердый прибрежный (Juniperus rigida Siebold & Zucc.), боярышник перистонадрезанный (Crataegus pinnatifida B.), жимолость алтайская (Lonicera altaica (Pall.) Gladkova), жимолость максимовича (Lonicera maximowiczii R.), калина обыкновенная (Viburnum opulus L.), роза ругоза (Rosa rugosa T.), рябина бузинолистная (Sorbus sambucifolia (Cham. & Schltdl.) M.Roem.), спирея японская (Spiraea japonica L.).

Список литературы

1. Разумовский Ю.В. Обоснование разрабатываемых планов озеленения для объектов ландшафтной архитектуры: сборник материалов XXI Международного научно-практического форума «Проблемы озеленения крупных городов» (Москва, 23 августа 2019 г.). М.: Изд-во «Перо», 2019. С. 84–88.
2. Алонов Ю.Г. Принципы архитектурно-пространственной организации экспозиционной зоны современных зоопарков. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. к.арх. (18.00.02) / Моск. архит. ин-т. Москва, 1976. 17с.
3. Сокольская О.Б., Теодоронский В.С. Специализированные объекты ландшафтной архитектуры: проектирование, строительство, содержание. С-Пб: Изд-во «Лань». 2021. 720 с.

УДК 574.1

ОЦЕНКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПРИРОДНО-ИСТОРИЧЕСКОГО ПАРКА «ИЗМАЙЛОВО»

Строганова П.М., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Ландшафтная архитектура и садово-парковое строительство»
polza.221173@gmail.com
Научный руководитель: Чернышенко О.В., д.б.н., профессор
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Ландшафтная архитектура и садово-парковое строительство»

Благодаря многообразию открытых пространств в городе, осуществляется политика сохранения природы в застроенной среде. Городские леса, включающие в себя различные типы местообитаний, жизненно важны для защиты биоразнообразия [1]. Поддержание биоразнообразия на природных территориях зависит от конфигурации ландшафта, биотических взаимодействий, истории развития земель, плотности населения в окружающей городской среде и методов управления.

Цель исследования – на примере природно-исторического парка «Измайлово» (г. Москва) изучить ландшафтную организацию парка с целью сохранения биоразнообразия.

Задачи исследования:

1. Изучение изменения биоразнообразия парка в историческом аспекте.
2. Анализ степени нарушенности мест обитания растений и животных по литературным данным и натурным обследованиям.
3. Разработка принципов по сохранению и улучшению природных мест обитания.

Измайловский парк, площадью 1608,1 га, расположен в Восточном административном округе Москвы. Первое упоминание встречается в переписи земельных владений 1389 г. Территория имеет богатую историю, которая началась ещё во времена правления Алексея Михайловича. Парк примыкал к территории Измайловской вотчины царя и начинался от места, где раньше был Измайловский зверинец (в нём содержались львы, тигры, барсы, рыси, обезьяны и редкие птицы). В XVII веке в царской усадьбе были созданы прекрасные «Дивные сады» в итальянском стиле и построены декоративные «терема» с гульбищами. Эти сооружения дополняли живописные пейзажи парка. После правления Алексея Михайловича усадьба постепенно начала приходить в упадок. С 1839г. на этой территории размещалась Николаевская военная богадельня. В середине XIX века эта земля перешла в удельное ведомство. В Измайлово начали заниматься лесным хозяйством. Лесной массив разделили на кварталы и создали мелиоративную сеть. Также были высажены лесные культуры «иноземных пород» [2].

В 1930 г. по решению Моссовета был основан Измайловский парк культуры и отдыха, который с 1932 по 1956 гг. носил имя Иосифа Сталина. В 1972 г. из Измайловского леса был выделен Терлецкий лесопарк – памятник садово-паркового искусства XVIII в. На его территории сохранился участок Владимирского тракта. В 90-х гг. объект получил статус особо охраняемой природной территории регионального значения и стал называться природно-историческим парком «Измайлово». С 2009 по 2015 гг. проводилась реконструкция объектов старого Измайловского парка. Так, в 2009 г. был отремонтирован Круглый пруд. В 2013 г. появился каток, были обустроены велодорожки и установлена архитектурно-художественная подсветка.

Главная водная артерия парка – река Серебрянка. Один из участков её долины имеет статус природного памятника. Это наиболее хорошо сохранившаяся речная долина в городе: с широкой поймой, цветущими лугами, густыми зарослями чёрной ольхи и небольшими низинными болотами. В северной части парка расположены светлые берёзовые рощи, а ближе к шоссе Энтузиастов растут дубово-липовые леса, которые являются памятниками природы. Вдоль парковых аллей, на западе, растут величественные лиственницы, которым 120–140 лет. В долине реки Серебрянки и её притока Чёрного ручья сформировались пойменные леса из чёрной ольхи.

В парке зарегистрировано более 500 видов растений, из них около 50 – редкие или уязвимые для городской среды Москвы. Охраняемые виды растений принадлежат семействам: зонтичные, первоцветные, лютиковые, орхидные, ирисовые и бурачниковые. В начале прошлого века в Измайлово можно было встретить волков, барсуков и лисиц. Сейчас животный мир парка стал беднее. На территории обитает три вида амфибий, которые занесены в Красную книгу Москвы: обыкновенный тритон, травяная лягушка и остромордая лягушка. В парке обитает более 100 видов птиц, около 75 видов гнездятся и выводят птенцов. Особенно много певчих птиц. Это свидетельствует о том, что в парке сохранились малонарушенные лесные сообщества, создающие хорошее укрытие и привлекающие сообщество птиц для длительного проживания [3].

Дальнейшие исследования факторов, влияющих на динамику биоразнообразия, и ландшафтный анализ территории с учетом исторических особенностей позволит разработать принципы сохранения и поддержания природного биоразнообразия парка в рамках долгосрочной стратегии озеленения всего города.

Список литературы

1. Чернышенко О.В., Фролова В.А., Жданова Л.П. Стратегия ООН и индикаторы устойчивости экосистем для сохранения городского биоразнообразия Москвы // Лесной вестник. 2021. В. 25. № 3. С. 93–102.
2. Коробко М.Ю., Рысин Л.П., Авилова К.В. Измайлово. М.: Биоинформсервис, 1997. 48 с.
3. Чернышенко О.В. Сохранение биоразнообразия в природно-историческом парке Измайлово (ООПТ г. Москвы) // Научные записки природного заповедника Мыс Мартьян. 2018. № 9. С.161-161.

СЕКЦИЯ «ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА»

УДК 712

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МХОВ В ВЕРТИКАЛЬНОМ ОЗЕЛЕНЕНИИ

Акимов М.А., студент
РУТ (МИИТ), Институт управления и цифровых технологий,
dagontmiguel@gmail.com
Домрачева К.Ю., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
ksdomrik@gmail.com
Маркова М.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
yustas828282@gmail.com
Суслин Д.Л., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
nmskt@yandex.ru
Научный руководитель: Бобылёва О.Н., ст. преподаватель
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

По всему миру набирает популярность тенденция к вертикальному озеленению. Это во многом связанно с повсеместной урбанизацией – города становятся шире и выше, а земля в них – дороже. За счет высокой стоимости городской площади, размещать многочисленные зеленые зоны, необходимые для улучшения и стабилизации городской экологии становится невыгодно. В связи с этой ситуацией идея задействования вертикальных поверхностей для высадки растений звучит особо привлекательно, и, несмотря на определенные технологические трудности, путь вертикального озеленения часто может стать более выгодным в городских условиях.

Помимо выгоды, вертикальное озеленение также несет в себе эстетический аспект – видеть вокруг живые зеленые поверхности глазу приятней, чем наблюдать бездушные коробки домов. Вертикальные сады выглядят футуристично и притягивающе, прекрасно вписываются, как в оформление жилых построек, так и для декорирования общественных пространств и сооружений.

Главная проблема вертикального озеленения – сильно ограниченный техническими возможностями ассортимент. Так как на вертикальной поверхности невозможно разместить крупную корневую систему, проектировщики вертикальных садов вынуждены ограничиваться растениями с небольшими корнями, но набирающими при этом достаточную зеленую массу. Также проблему нехватки места для корневой системы могут решать использованием эпифитов – растений, в естественной среде произрастающих на других растениях, но не паразитирующих на них.

Говоря об эпифитах в вертикальном озеленении, обычно имеют в виду представителей семейства Бромелиевые. Однако, ареал использования не очень широк, поскольку представители этого семейства весьма незимостойкие. Того же нельзя сказать о мхах – группе растений, среди которых также распространены эпифиты. Однако мох растет до самых холодных широт земного шара, а значит потенциал его использования в вертикальном озеленении выше. Его уже используют во многих странах, например, в Японии [1] мох активно используют в ландшафтном дизайне и на вертикальных и на горизонтальных поверхностях.

В средней полосе России произрастает достаточно большое разнообразие мхов, однако даже мох, произрастающий на вертикальных поверхностях, по нашим наблюдениям, зачастую скрыт под снегом зимой, что может быть решающим фактором в его зимостойкости. Задачей исследований было изучение способности мхов переносить бесснежные зимы и сохранять при этом декоративность.

Были собраны и определены с точностью до рода мхи Подмосковья, которые относятся к разным экологическим группам в зависимости от места произрастания.

К видам умеренно увлажненных почвенных обнажений можно отнести Atrichumun dulatum (Атрихиум волнистый). К видам – обитателям оснований стволов – относятся Brachythecium rutabulum (Брахитециум кочерга) и Plagiomnium cuspidatum (Плагиомниум остроконечный), изъятые на территориях Лосиного острова и Пироговского лесопарка Московской области, в местах преобладания хвойных пород. Виды открытых и относительно сухих почвенных обнажений – Brachythecium selebrosum (Брахитециум неровный), Drepanocladus sp., Rhytidiadelphus sp. собраны на песчаных оврагах и пустырях. Вид антропогенного места обитания – Brachythecium sp. – был отобран на бетонном основании здания [2].

После сбора и определения мхов было установлено, что многие мхи очень быстро теряли декоративность без поддержания влажности. В частности, все виды умеренно увлажненных почвенных обнажений очень быстро теряли тургор и усыхали в условиях низкой влажности города. В связи с этим, были отсеяны быстро теряющие декоративность виды, как непригодные для вертикального озеленения.

В итоге, оставшиеся образцы трех видов были разложены на стеклянные панели на открытом балконе и оставлены на зиму. В неморозный период опрыскивание производилось в среднем раз в 2 недели, в морозный – полив исключался.

После зимовки почти полностью сохранил свои декоративные и физиологические функции Brachythecium sp. Единственным отличием было небольшое потускнение цвета, который позже при достаточном поливе восстановился до изначального. На образце Rhytidiadelphus Sp. проявилось небольшое количество пожелтевших проплешин, цвет остальной части сильно потускнел. Drepanocladus sp. был почти полностью истощен – большая часть образца пожелтела, не восстанавливая цвет после полива и содержания в тепле.

Итак, самую высокую зимостойкость показал образец вида мха антропогенного места обитания Brachythecium sp. Опыт показал, что не все мхи способны легко переносить бесснежные зимы, а некоторые виды быстро теряют декоративность вне условий постоянного увлажнения. Однако есть виды, справляющиеся с задачами, которые стоят перед растениями, доступными к использованию в вертикальном озеленении, а значит у мхов в этом аспекте большой потенциал, который будет изучаться в последующих исследованиях.

Список литературы

1. Yamagata moss. URL: https://mos-yamagata.com/ (Дата обращения: 01.05.2024).
2. Игнатова Е.А. и др. Краткий определитель мохообразных Подмосковья. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2011. 163 с.

УДК 712.00

АКТУАЛИЗАЦИЯ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОГО И ОБЪЁМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО РЕШЕНИЯ САДА НЕПРЕРЫВНОГО ЦВЕТЕНИЯ ГБС РАН им. Н.В. ЦИЦИНА

Горохов В.Н., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
vovakamix1@gmail.com
Научный руководитель: Сапелин А.Ю., ст. преподаватель
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
c.a@inbox.ru

Сад непрерывного цветения ГБС РАН им. Н.В. Цицина был заложен в 1953 г. ландшафтными архитекторами Петровым Игорем Михайловичем и Соколовым Михаилом Петровичем. Площадь сада составляла 7,5 га, 4,0 га из которых занимал газон, что для ботанических садов является редкостью. Однако именно это дало саду стать действительно экспозиционным участком, где экспонирование растений на фоне открытых пространств газона было куда более наглядным, чем при восприятии их в массе, как это обычно бывает в подобных коллекциях. Оставшуюся площадь занимали посаженные молодые растения (3,0 га), как древесные, так и травянистые, и 0,5 га было выделено на дорожно-тропиночную сеть из гранитного отсева, которая была максимально вариативна и разделяла СНЦ на 28 зон. Каждая из этих 28 зон имела свое растительное наполнение. Наполнение сада непрерывного цветения растительными элементами в целом следовало следующей концепции: с юга на север (от розария к японскому саду) последовательно размещались растения, имеющие декоративность с весны до осени (это и дало название саду), а с запада на восток (от леса к ВДНХ) – от диких видов к декоративным садовым формам [1].

В процессе своего развития СНЦ претерпевал серьезные изменения и в структуре, и в ее наполнении. На сегодняшний день заметно изменилась дорожно-тропиночная сеть (утрачены старые дорожки, появились новые протопы); изменились в размерах растительные объемы (а с ними и объемно-пространственная структура сада в целом); изменился ассортимент растений (практически ушли экспонируемые травянистые растения, а состав древесных сильно поредел). Кроме этого, серьезно изменился баланс открытых пространств, так как произошло зарастание части территории лесом и сегодня им покрыто около 2/3 всей экспозиции. Однако все это не сделало территорию Сада хуже. С возрастом поднялись, высаженные саженцами небольшого размера, древесные растения и стали каркасом, находящимся сейчас на пике своей декоративности. Место активно посещается жителями города, оно красиво, но недостаточно комфортно и до начала проекта реконструкции необходимо произвести актуализацию его современного состояния.

В процессе актуализации были выявлены изменившиеся границы территории. В 2014 г. забор между СНЦ и ВДНХ был снесен, и граница сада стала не очевидна. Для выявления границ использовались карты Google Earth Pro [2], где есть возможность просмотра спутниковых снимков с откатом по времени. Как итог, была восстановлена граница территории по снимкам до 2014 г.

Кроме этого, были выявлены вновь появившиеся протопы, которые путем геолокации были нанесены на план местности посредством геометок. На протяжении всей тропинки ставилось несколько точек, после этого они соединялись плавными линиями, учитывающими реальные изгибы их трассировки. Эти протопы не случайны, они отвечают сегодняшней ОПС Сада, комфортны для посетителей и могут быть использованы для формирования новой дорожно-тропиночной сети на данной территории. Часть из них совпадает со старыми

дорожками, а часть – совершенно новые протопы. Восстанавливать все имевшиеся ранее исторические тропы нет смысла ввиду изменившейся структуры Сада.

Был проведен анализ изменения баланса открытого и закрытого пространства. Для этой цели использовались первоначальные схемы сада а также спутниковые снимки разных лет [2]. Анализ показывает, что ранее открытое пространство на сегодня заполнилось растительными массивами примерно на 70 %.

Так же был актуализирован ассортимент. Был проведен сравнительный анализ первоначальных списков растений на ранее упомянутых 28 участках и современного ассортимента на этих территориях (подеревная инвентаризация 2022 и 2023 гг.). Как итог, можно сделать вывод о том, что ассортимент претерпел огромные изменения в своем составе, но часть редких растений не только осталась, но и находится в стадии расцвета и представляет интерес, как для профессионалов, так и для простых посетителей сада. В сочетании с редкими представителями флоры на территории ВДНХ [3], с которой СНЦ сейчас объединён и физически и документально – это могло бы стать основой для учебно-образовательного маршрута, которого изначально в структуре Сада не было.

Проведенная актуализация стала основой для проекта реконструкции Сада непрерывного цветения, итогом которой может стать парковый объект, одновременно включающий в себя как рекреационную, так и образовательную функции.

Список литературы

1. Былов В.Н., Зайцев Г.Н., Лялина А.С. Сад непрерывного цветения. М.: Наука, 1975. 136 с.
2. Карта ВДНХ. / 55°50'15.7"N 37°36'38.0"E. URL: https://www.google.com/maps/place/ (Дата обращения 20.10.2023).
3. Сапелин А.Ю. Садово-парковое наследие ВДНХ (Грузинский сквер) // Материалы конференции: сборник трудов ежегодной национальной научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана по итогам научно-исследовательских работ за 2021 г. (Москва, 31 января — 2 февраля 2022 года). Красноярск: ООО «Научно-инновационный центр». С. 77–79.

УДК 712:0004.89

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Жигунова М.И, студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
zhigunova.maria.I@yandex.ru
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

Рассматривая Искусственный Интеллект (ИИ), как инструмент решения проблем с созданием концепции и ее визуализации, стоит отметить, что прогнозы его развития остаются неточными и усовершенствование будет происходить планомерно в течение следующих лет. На данный момент стоит проанализировать способности нейросетей, специализирующихся на создании полноценного изображения в различных стилях по текстовому запросу. Необходимо выявить уровень выработки запроса для того, чтобы исследовать возможность принятия данного инструмента за этап визуализации.

Нейросеть – математическая модель, работающая по принципам нервной системы живых организмов. Ее основное назначение – решать интеллектуальные задачи. То есть те, в которых

нет изначально заданного алгоритма действий и спрогнозированного результата [1]. Главной особенностью нейросетей является способность к обучению. Они могут обучаться как под управлением человека, так и самостоятельно, применяя полученный ранее опыт. Именно по данному принципу обученные алгоритмы создают изображения, то есть итоговая выдача зависит от степени «насмотренности», так же, как и у человеческого процесса творчества.

Для достижения цели исследования были поставлены следующие задачи: составить запрос для ИИ и получить ряд изображений; оценить релевантность (степень соответствия) полученных изображений; проанализировать полученные изображения. Для получения изображений была выбрана наиболее популярная и общедоступная модель ИИ по генерации изображений на основе текстового запроса. Источник ИИ: https://myneuralnetworks.ru/generating_images_from_text/?ysclid=lq6uw m7g2v235602243 – универсальный генератор с 13 моделями нейросетей. Для визуализаций запроса выбраны наиболее реалистичные подмодели: Deliberate 3, Realistic Vision 5.0 и Openjourney V4 и рассматривалась система модели SD 1.5 b. Для рассмотрения возможностей ИИ был выбран следующий запрос: «создание цветника перед фасадом МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана». Достоверность запросов обеспечивается троекратной повторностью запросов на всех подмоделях и дублированием на английский язык. Таким образом, получено 18 первичных изображений, вторичные изображения составляют еще 36 визуализаций, так как запрос дважды дополнялся. Оригинальные изображения классифицировались по степени релевантности к запросу как подходящие, частично подходящие, неподходящие.

Для более доступной обработки результатов будет рассматриваться суммарно среднее максимально подходящее изображение и неподходящее. Релевантное подходящее изображение имеет следующие элементы: представлен овальный цветник перед фасадом официально выраженного здания, есть обрамление кадочной культурой перед входом. ИИ не представляет конкретное место даже если в сети Интернет есть предоставленные фотографии, однако общее впечатление университета и главного входа читается. Можно предположить, что для цветника используются следующие растения: Тагетес прямостоячий в центре, роза почвопокровная, предположительно сорта *Ред Аморина*, а в контейнере предположительно находится роза морщинистая. Предполагаемый ассортимент устойчив для умеренной климатической зоны [2]. Обрамлением цветника является газон. Из представленного анализа можно сделать вывод, что технически визуализация релевантная и верная к условиям реальности. Изображение из категории неподходящих характеризуется присутствием вертикального озеленения, крайне яркого и декоративного; цветник разделен на 2 части – высокую с массивными высокими растениями с вкраплениями цветочных растений желтого цвета без смысловой нагрузки и орнамента. Другая часть цветника представлена партерными ковровыми от желто-белых до красных, предположить ассортимент не представляется возможным. Визуализация не представляется реальной и релевантной к запросу.

На данный момент ИИ не может проанализировать конкретно заданное место. Понятие МФ МГТУ как здание, вокруг которого нужно визуализировать цветник, не прослеживается. Изображения получены на опыте всех имеющихся в сети Интернет с похожим запросом, где ключевые слова следующие: цветник, фасад. Запрос на английском не отличается от запроса на русском языке, а наиболее релевантные изображения получились от одной конкретной подмодели – Realistic Vision 5.0. Как инструмент визуализации на данный момент ИИ очень несовершенен без подробного человеческого анализа, результат генерации – это имитация творческого процесса человека. Но если бы ту же задачу решал ландшафтный архитектор, то полученная визуализация была бы сразу релевантна заданной теме и имела бы все необходимые технические и аналитические характеристики. Можно прийти к тому, что созданные ИИ визуализации недостаточно на данный момент несут смысловую нагрузку.

Список литературы
1. Мельникова Д.А., Лопаткин Д.С., Кожева А.А. Искусственный интеллект как способ создания нового контента // Успехи в химии и химической технологии. 2023. № 1 (263). С..43-47.
2. Бочкова И.Ю., Бобылева О.Н. К вопросу об использовании нетрадиционного ассортимента цветочных растений в озеленении Москвы // Лесной вестник. 2018. № 3. С. 128–132.

УДК 712

ПАРК «ЛОГА» (РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ), КАК ПРИМЕР ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Мрыхина П.С., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
apollinaria868@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

Высокий уровень антропогенного воздействия на городскую среду приводит к формированию деградированных территорий, к которым относятся участки промзон и свалок мусора [1]. Преобразование и восстановление таких территорий – насущная задача, стоящая перед специалистами в области ландшафтной архитектуры. Примером преобразования деградированной территории бывшей городской свалки является парк «Лога́».

Парк «Лога» – ландшафтный парк, находящийся в Старой Станице Каменского района Ростовской области, в 5 км от федеральной трассы М4, которая начинается в Москве, проходит через Воронеж, Ростов-на-Дону, Краснодар и заканчивается в Новороссийске. Почему у парка немного непривычное название «Лога» – он находится в Логовой балке. Лог – это широкий овраг с пологими склонами, во множественном числе – лога.

В конце XX в. на месте нынешнего парка находилась городская свалка, на которой постоянно накапливался мусор, уборкой и утилизацией которого никто не занимался. В 2011 г. местному предпринимателю С.А. Кушнаренко, руководителю лакокрасочного завода, находящегося в непосредственной близости от свалки, пришла идея преобразовать данную территорию путем создания парка развлечений [2]. Парк развлечений – территория, на которой размещен комплекс аттракционов, зрелищных сооружений, участков для отдыха посетителей, включающих не менее 40 % площади – зеленые насаждения. В свободное время работники предприятия организовывали субботники и постепенно очищали территорию от мусора. Пришлось вывезти более 2000 самосвалов с мусором. Интерес жителей Старой Станицы к стараниям предпринимателя стал ключевой мотивацией для преобразования территории и масштабного расширения парка. В результате к 2012 г. был создан ландшафтный комплекс. Нынешняя территория парка – 22 га. Планируется ее расширение до 45 га. Главная его особенность - универсальность. В парке можно просто гулять, наслаждаясь природой, кататься на аттракционах, знакомиться со старинными ремеслами.

В последние годы территория парка дополнилась оригинальными музыкальными фонтанами. Постоянно разрастается ландшафтная часть парка, напоминающая японские минималистичные сады и включающая ротонды с зарослями розовых кустов. Пруд, который создан на месте найденного в 1990-х годах и в дальнейшем обустроенного родника, изобилует декоративными рыбками и черепахами. Для любителей отдыха на природе предусмотрены мангалы и беседки. Парк привлекает посетителей возможностью самостоятельного приготовления пищи. Интерес также представляют цветочные аллеи.

В парке «Лога» много животных. Можно увидеть таких обитателей, как белки, еноты, обезьяны, благородные олени, попугаи. В пруду плавают семьи чёрных и белых лебедей. На территории парка есть несколько детских площадок. По всей территории парка находятся декоративно украшенные скамьи для отдыха посетителей, стилизованные скульптуры по тематике старинных сказок.

В парке работает 5 ресторанов и многочисленные торговые точки по продаже фастфуда. При большом наплыве туристов в летний период рестораны не вмещают всех желающих, поэтому в планах владельца парка открытие новых заведений общепита.

На территории парка расположены четыре теплицы площадью более 1000 м^2. В парке высажено около 70 тыс. деревьев и 50 тыс. кустарников. Ежегодно высаживается около 80 тыс. однолетних растений. В прудах парка произрастает более 20 видов кувшинок. Коллекция кактусов и суккулентных растений насчитывает более 50 видов. Ежедневно над созданием и поддержанием красоты и уюта в парке трудятся 350 сотрудников.

Парк «Лога» является удивительным объектом ландшафтной архитектуры, одним из удачных примеров обустройства и преобразования деградированных территорий.

Список литературы

1. Горохов В.А. Зеленая природа города. М.: Архитектура-С, 2005. 528 с.
2. История парка Лога. URL: https://loga.ru/o-parke/istoriya/ (Дата обращения 04.05.2024)

УДК 712

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОЛОРИСТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРОСТРАНСТВА НА ПРИМЕРЕ ИСТОРИЧЕСКИХ И СОВРЕМЕННЫХ ПАРКОВ

Плакуева А.Д., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
plakuevaanya@gmail.com
Научный руководитель: Васильева О.И., ст. преподаватель
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Садово-парковое искусство формировалось на протяжении многих веков, и в каждую эпоху оно имело свои отличительные черты. Научные достижения и мировоззрение каждой исторической эпохи отражались на композиционном построении и восприятии парковых пространств, в чём немалую роль играло их цветовое решение. Ландшафтный архитектор создаёт цветовую палитру ландшафтного пространства подобно тому, как художник пишет картину. Колористические приёмы, применяемые мастерами на полотнах, находят своё отражение и в ландшафтных композициях. Законы художественной колористики в садово-парковое искусство ввела Гертруда Джекилл. Значительное влияние на выбор цветовой гаммы при проектировании объектов оказывает климат. В странах с жарким климатом используется нюанс, ахроматические или холодные цвета. Соответственно, в странах с холодным климатом используется контраст, тёплая цветовая палитра [1].

Средневековые сады арабов в Испании показали, что цвет является важным композиционным средством. Контрастные цвета декоративного мощения создавали цветовой колорит и разнообразие. Тёмная зелень листвы деревьев выделялась на фоне белых, бледно-абрикосовых, медовых и персиковых по цвету стен. Важную роль в создании красочных акцентов играла вода. Как, например, в садах Генералифа один из дворов имеет канал, украшенный двумя рядами фонтанов. Их тонкие струи образуют арочную аллею [2]. Брызги воды переливались на солнце и вбирали в себя оттенки окружающего пространства, наполняя его игрой цвета. Другим

примером является Двор мирт в ансамбле Альгамбры с расположенным в центре водным бассейном. В нём отражаются стены зданий с гипсовой узорчатой аркадой и орнаментом из цветной керамической плитки у фасада.

Ассортимент травянистых и древесно-кустарниковых растений в парковом пространстве эпохи раннего Возрождения подбирался на основе нюанса различных оттенков зелёного цвета [3]. Сады и парки эпохи высокого Возрождения отличались большей декоративностью, насыщением пространства скульптурами и фонтанами. Цветовая палитра была монохромной. Стремление к естественному природному виду и отражает колористическое решение садово-парковых пространств эпохи. Примерами являются сады итальянских вилл Ланте, Капраролла и д'Эсте.

Характерным примером эпохи Барокко является парковое пространство на острове Изола-Белла в Италии. Цветовое разнообразие палитры красок ландшафтного пространства данной эпохи определяли цветочное оформление, древесно-кустарниковые формы, террасирование, фонтаны и скульптуры. Цветовая палитра ассортимента древесно-кустарниковых растений эпохи Классицизма монохромна. Парковое пространство представляет собой подчинение природы архитектуре и связывает его с окружающим естественным ландшафтом. Примерами садово-парковых композиций эпохи Классицизма являются дворцово-парковый ансамбль Версаль, Петергоф и др.

Колористическая палитра проектных решений современных парковых пространств разнообразна. Мы можем видеть интересные воплощённые идеи ландшафтных архитекторов. Пространства представляют собой сочетания многочисленных ярких динамичных и нюансных цветовых элементов для функционального зонирования территории. Например, Рикардо Лара парк в Лос-Анджелесе, расположенный параллельно автомагистрали и среди жилой застройки. Функциональные цветовые площадки будто вплетены в извилистую пешеходную дорожку и различаются по цветам, выполнены из красного, жёлтого, зелёного и фиолетового мощения. В проекте предусмотрены спортивные и детские зоны в яркой цветовой палитре. Другим интересным примером является Парк озера Ди Шуй в Шанхае. В проектном колористическом решении пространства набережной предусмотрены детская площадка, палитра мощения которой представляет собой квадратную мозаику в контрастной цветовой гармонии на фоне зеленого газона, а также теннисные корты сине-бирюзового цвета, контрастирующие с ярким цветовым фоном древесно-кустарниковых островков геометрической формы. Среди известных примеров парковых пространств современности можно выделить Парк Айвазовского в Партените (Крым). Площадь парка объединяет различные стилевые направления, соответственно, представляет собой интересное цветовое многообразие ассортимента цветочного оформления, древесно-кустарниковых и малых архитектурных форм. Основной тёмный зелёный массив из крымской сосны разбавляется яркими акцентами цветущих олеандра, рододендрона, магнолий и альбиции ленкоранской в сочетании с воздушными белыми мраморными статуями и колоннадами. В парке Тюфелева роща г. Москвы наблюдается созвучие форм и цветовой контраст между площадкой для отдыха, выполненной из красного и оранжевого мощения, и водным бассейном. Фон зелёного газона в композиции подчеркивает идею цветового контрастного проектного решения. В парке Галицкого г. Краснодара в проектном решении предусмотрена цветовая гамма в контрастном и нюансном решении, разнообразие древесно-кустарниковых форм и арт-объектов. Светлота цвета дорожно-тропиночной сети выделяется на фоне зелёного газона, а визуализация, например, нежно-розовых оттенков цветущих растительных форм оказывает психоэмоциональное воздействие, ориентированное на возникновение у человека ощущения воздушности и лёгкости.

Колористические особенности проектных решений пространств в садово-парковом искусстве в любую эпоху определяются мировоззрением людей. На сегодняшний день современные технологии предоставляют архитекторам более обширные возможности в осуществлении различных проектных цветовых концепций при создании парковых пространств.

Список литературы
1. Васильева О.И., Васильев А.Н. Цвет в объектах садово-паркового искусства как средство создания выразительного общественного пространства // Лесной вестник. 2023. В. 27. № 2. С. 146–151.
2. Боговая И.О., Фурсова Л.М. Ландшафтное искусство: учебник для вузов. М.: Агропромиздат, 1988. 223 с
3. Дормидонтова В.В., Васильева О.И. Цвет как средство композиции в садово-парковом искусстве и ландшафтной архитектуре: материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Санкт-Петербург, 26 сентября 2022 г.). Санкт-Петербург: СПГХПА им. А.Л. Штиглица, 2022. С. 121–127.

УДК 712

ЭВОЛЮЦИЯ ПРИЕМОВ АРХИТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТОЧЕЧНО-ЦЕНТРИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВ

Пятницкая Е.Н., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
elizaveta.pyatnitskaya@gmail.com
Научный руководитель: Дормидонтова В.В., к.арх., профессор
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Организация пространства в садово-парковом искусстве началась с точечно-центрической композиции, корни которой уходят в древний Египет. В то время этот композиционный прием разрабатывался интуитивно, в соответствии с функциональными задачами пространства и его элементами. Сады были утилитарными и частными, и строго следовали религиозным канонам. Центральным элементом композиции была пергола [1].

В эпоху Древней Греции и Рима в садах перистильного и атриумно-перистильного стилей домов наблюдалось увеличение масштаба и декоративности. Появляются малые архитектурные формы, такие как декоративные мощения, скульптуры, фонтаны и т.д. Кроме того, структура сада стала более сложной и распространилась на общественные пространства. Центром композиции стал водоем с фонтаном. Пример организации пространства: план дома Пансы (Помпея).

В средние века ландшафтная архитектура разделилась на два типа садов. Первый тип – европейский – представлял собой квадратные сады-клуатры. Архитектурно-садовый ансамбль христианского замка или монастыря – пространства эстетически осмысленные и композиционно цельные. Эти сады были аскетичными, компактными и напоминали схему с крестообразной планировкой. Они сохранили центрическую композицию от античных садов, однако сократили количество декоративных элементов и масштаб пространства. Композиция была построена на контрасте между внутренним, закрытым пространством архитектурного сооружения, и открытым пространством сада. Здание являлось строгими, высокими границами сада. Внутреннее помещение замка или монастыря и сад были независимыми композиционными единицами. Сад имел ясный центр, состоящий из фонтана или куста роз. Второй тип сада – арабский. Архитектурно-садовый ансамбль арабского дворца или мечети развивал античное направление и представлял собой роскошный сад, созданный для наслаждения и любования природой. Сад и архитектура дополняли и повторяли друг друга, создавая единое пространство, где закрытые и открытые зоны переходили друг в друга. Пространство было горизонтально организовано на террасах, с учетом рельефа, и частично изолировано от окружающего мира, композиционный центр вытягивается в прямоугольную форму (канал, бассейн). Пример организации пространства – Альгамбра (Южная Испания).

В эпоху Возрождения точечно-центрическая композиция перестает быть самостоятельной единицей и становится частью линейной планировки (партером). Границы из стен отсутствуют, пространство открыто вовне и возносится над урбанистическим или природным ландшафтом. Примеры организации пространств – вилла Ланте и вилла Медичи во Фьезоле.

Барокко не отказалось от точечно-центрической композиции, однако было добавлено обилие декоративных элементов. Пример организации пространства – (Италия) Изола-Белла.

В классицизме точечно-центрическая композиция использовалась в характерном для того времени монументальном масштабе. Пример организации пространства: Остров Швейцарцев (Версаль). [1]

Таким образом, можно выделить характерные приемы точечно-центрической композиции: замкнутая форма; строгая симметрия; регулярная планировка; наличие главного, иногда единственного, композиционного центра; организация движения к центру и вокруг него.

Модерн начал трансформацию точечно-центрической композиции внеся асимметричную посадку растений. Геометрическая планировка с пейзажным озеленением, служила яркой демонстрацией всепобеждающей силы природы. Пример организации пространства – сады Хестеркомб (графство Сомерсет)

В садах модернизма происходит закрепление асимметричности, появляется перетекание пространств, равновесие, динамика. Стены садовых комнат заменяются перегородками свободно расположенными в пространстве, обеспечивая его перетекание. Оформление стремится к максимальной выразительности материалов и их сочетаний (растений, воды, мощения и т.д.) и простоте с максимальной отдачей. Примеры организации пространств – сады архитектора Мин Рауш [2].

Современные пространства отражают теорию упорядоченного хаоса. Сады лишены симметрии, присутствует многофункциональность, предполагающая зонирование и общественность. Приемы, объединяющие современные сады с садами предыдущих эпох – компактность, ориентированность вовнутрь, замкнутость формы. Отличительные черты современного сада – внутренняя планировка мягкая, пластичная, криволинейная.

В результате проведенной работы можно сделать вывод, что точечно-центрическая композиция благодаря своей гибкости остается актуальной и в настоящее время. Гибкость обеспечивается способностью композиции реагировать на эстетические запросы изменения мировосприятия, аккумулировать новое и сохранять свои основы.

Список литературы

1. Боговая И.О., Фурсова Л.М. Ландшафтное искусство. М.: Изд-во «Агропромиздат», 1988. 223 с.
2. Дормидонтова В.В. Этапы формирования сада XXI века. // Архитектон: известия вузов. 2012. № 1 (37). URL: http://archvuz.ru/2012_1/19 (Дата обращения 01.05.2024).

СЕКЦИЯ «ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА»

УДК 631.3

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ, НЕОБХОДИМЫХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОСТОВ ФРОНТАЛЬНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ МАССОЙ ДО 22 ТОНН

Ганенко Г.В., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
grigoryganenko@gmail.com
Научный руководитель: Акинин Д.В., к.т.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Фронтальный погрузчик – это универсальная самоходная машина на колесном или гусеничном движителе, используемая в сельском хозяйстве, дорожном строительстве и лесной промышленности, и предназначенная для погрузки, разгрузки и транспортировки сыпучих грузов и древесины (хлысты, полухлысты, сортименты).

Целью исследования является формирование основных требований, предъявляемых при проектировании мостов фронтальных погрузчиков. Был проведен глубокий анализ рынка колесных фронтальных погрузчиков, а также самих автомобильных мостов. Определены нагрузки, действующие на мосты, исходя из режимов работы фронтального погрузчика.

Эти нагрузки включают в себя вес самого погрузчика, перевозимого груза, а также динамические нагрузки, возникающие при трогании с места, разгоне, торможении и прохождении неровностей.

Одной из ключевых нагрузок является вес полностью загруженного погрузчика. Необходимо учитывать не только массу самой машины, но и максимальную грузоподъемность, которая может достигать 10–12 т.

Особое внимание уделяется расчету нагрузок, действующих на отдельные узлы мостов – колесные ступицы, элементы подвески, балки [1]. Детальное моделирование напряженно-деформированного состояния конструкций мостов позволяет оптимизировать их массу и габариты, обеспечивая при этом необходимую прочность и долговечность.

Отдельно хотелось бы выделить немаловажные требования, предъявляемые к безопасности и надежности, как моста, так и самого фронтального погрузчика [2].

Для достижения необходимого уровня безопасности и надежности при проектировании мостов для фронтальных погрузчиков применяются строгие расчетные методики, используются прочные материалы и проводится тщательный контроль качества изготовления. Особое внимание уделяется узлам и деталям, подверженным повышенным нагрузкам, чтобы обеспечить их надежную работу и долговечность [3]. Кроме того, учитываются особенности условий эксплуатации, такие как агрессивные среды или экстремальные температурные воздействия, которые могут снижать безопасность и ресурс мостов.

Проектирование мостов фронтальных погрузчиков массой до 22 т требует тщательного учета множества факторов и соблюдения строгих технических требований. От прочности и жесткости конструкций до особенностей подвески и амортизации – каждый аспект должен быть продуман и рассчитан для обеспечения надежной и безопасной эксплуатации данной техники. Немаловажную роль играют также требования к безопасности и влияние эксплуатационных условий на мостовые конструкции.

Список литературы
1. Смирнов А.Н., Авраменко П.В. Научно-технические основы проектирования фронтальных погрузчиков. Минск: БГАТУ, 2021. 172 с.
2. Иванов А.М., Осипов В.И. Проектирование автомобиля: конспект лекций для направления подготовки специалистов 190109 – специализация «Автомобильная техника в транспортных технологиях». М.: МАДИ, 2014. 40 с.
3. Вахрушев С.И. Грузоподъемные машины: учеб. пособие. Пермь: ПНИПУ, 2012. 152 с.

УДК 630*377.4

ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ЭЛЕМЕНТАХ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ БЕСПИЛОТНОЙ ТРЕЛЕВОЧНОЙ МАШИНЫ ПРИ ДВИЖЕНИИ

Лазарев Д.М., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
daniil.lazarev2000@mail.ru
Научный руководитель: Клубничкин В.Е., к.т.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Основным элементом гусеничной беспилотной трелевочной машины (ГБПТМ) является гусеничный движитель (ГД), который определяет основные качества техники. Основным недостатком ГБПТМ является то, что механизм ГД более сложный, чем колесо. К недостаткам ГБПТМ также относятся низкая скорость передвижения, высокая стоимость и большой износ элементов гусеницы. Наряду с колесными машинами ГБПТМ имеют ряд плюсов: повышенная проходимость машины, высокая тяговая способность, маневренность техники и равномерное распределение давления на грунт [1]. Основными требованиями к ГБПТМ являются высокая проходимость, надежность и долговечность [2].

В данной работе были проанализированы значения сил, возникающих в элементах гусеничного движителя беспилотной трелевочной машины при помощи моделирования в программном комплексе «Универсальный Механизм» [3].

Была разработана модель гусеничной беспилотной трелевочной машины состоящей из: корпуса (рама с МТУ); технологического оборудования (толкатель, манипулятор с грейферным захватом, полуприцеп для трелевки сортиментов); левого и правого гусеничного движителя. Гусеничный движитель БПТМ включает в себя гусеничную ленту, состоящую из 85 траков (на борт), соединенных между собой открытым шарниром (пальцем), ведущего колеса, четырех опорных катков и одного направляющего колеса с механизмом натяжения.

В процессе моделирования на основе полученных данных строились следующие графики: график сил в шарнире между траками, график угла поворота между траками, а также нормальные реакции в опорных катках, возникающие в процессе движения машины по опорному основанию.

Проанализировав график относительных углов поворота звеньев трака № 1 и 2 выявлено, что в моменте соприкосновения трака с ведущим колесом угол между звеньями начинает возрастать, далее трак находится в зацеплении с колесом, что характеризуется постоянным относительным углом поворота (0,7 рад). После трак выходит из зацепления с ведущим колесом, что характеризуется уменьшением относительного угла поворота между звеньями, далее трак проходит по верхней сетке опорных катков, что приводит к возрастанию относительных углов поворота (0,17 рад). Затем трак начинает контактировать с направляющим колесом, из-за чего угол между звеньями начинает резко возрастать (0,42 рад), потом он находится в контакте с направляющим колесом, что характеризуется постоянным относительным углом поворота. Далее трак выходит на наклонную ветвь, что характеризуется резким уменьшением угла поворота. А далее идёт прохождение трака по нижней ветви гусеницы.

Список литературы

1. Клубничкин В.Е. Модель взаимодействия элементов опорной поверхности гусениц лесозаготовительной машины с грунтом / В.Е. Клубничкин, Е.Е. Клубничкин, В.И. Запруднов и др. // Лесотехнический журнал. 2014. В. 4, № 4 (16). С. 191-200. DOI 10.12737/8472.
2. Марковнина А.И. Оценка эффективности использования колёсных транспортных средств / А.И. Марковнина, В.С. Макаров, А.А. Клюшкин, Д.М. Беляев // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2023. № 34. С. 98-103. DOI 10.26160/2474-5901-2023-34-98-103.
3. Евсеев К.Б. К вопросу оценки управляемости гусеничных поездов на этапе проектирования с использованием комплекса натурно-математического моделирования / К.Б. Евсеев, Б.Б. Косицын, Г.О. Котиев, А.А. Стадухин // Труды НАМИ. 2022. № 1 (288). С. 35-51. DOI 10.51187/0135-3152-2022-1-35-51.

УДК 629.02

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ЛЫЖ НА ПРОХОДИМОСТЬ СНЕГОХОДА

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-паркового строительство»

В настоящее время каждая компания стремится производить лыжи, которые будут отличаться высоким качеством, а также улучшать характеристики снегохода, способствуя маневренности, проходимости и скоростным параметрам. Лыжи для снегохода могут быть изготовлены из различных материалов, основными из которых являются сталь и пластик. Выбор материала для лыж зависит от нескольких факторов: прочность и износостойкость, вес, сцепление с поверхностью.

От выбора материала зависит форма лыжи. Например, более жесткие и прочные материалы позволяют создать более тонкую форму лыжи, что может повысить скорость и маневренность снегохода. Но более гибкие материалы могут использоваться для создания лыж с более широкой формой, что обеспечит более стабильную езду и управляемость. Также используют расширители лыж, которые улучшают скольжение, не обмерзают при движении по наледям или мокрому снегу. Особенно эти эффекты заметны, если штатные лыжи выполнены из металла. Если расширители лыж шире, чем штатные лыжи, тогда установка накладок снижает удельное давление на снежный покров, чем увеличивается проходимость снегохода в глубоком, рыхлом снегу.

Если расширители установлены на снегоходе, то проходимость повышается за счет большей площади опоры, что не дает увязать машине в снегу. В этом есть и свои минусы – при движении задним ходом передняя часть будет значительно выше, чем задняя, а это значит, что площадь контакта гусеницы снегохода снизится и зацепление будет хуже. Это приведет к затруднению движения задним ходом.

На данный момент для изготовления лыж и расширителей используется полиэтилен низкого давления, который обладает высокой ударопрочностью и гибкостью [1]. Также возможно рассмотрение использования сверхвысокомолекулярного полиэтилена, который обладает большей прочностью и температурной стойкостью. Использование сверхвысокомолекулярного полиэтилена вместо полиэтилена низкого давления при производстве лыж для снегоходов может быть оправданным, особенно если необходимо обеспечить высокую прочность, жесткость и ударопрочность изделий.

Можно сделать вывод, что использование сверхвысокомолекулярного полиэтилена вместо полиэтилена низкого давления приводит к улучшению механических свойств материала, таких как прочность, устойчивость к износу и воздействию ультрафиолетового излучения. Это делает его более эффективным для применения в конструкции снегоходов, где требуется высокая прочность и износостойкость.

Влияние формы лыжи на характеристики снегохода также оказывает существенное влияние на его производительность. Однако при выборе формы лыжи необходимо учитывать не только желаемые характеристики снегохода, но и условия эксплуатации, тип поверхности и стиль катания.

Исходя из вышесказанного, можно заключить, что использование сверхвысокомолекулярного полиэтилена и правильный выбор формы лыжи способствуют улучшению характеристик снегохода и повышению его эффективности в конкретных условиях эксплуатации. Тщательное исследование и анализ этих факторов могут помочь в оптимизации конструкции снегохода и повышении его производительности.

Список литературы

1. Фторопластовые технологии. Характеристики ПНД и СВМПЭ. URL: https://ftoroplast.com.ru/характеристики-пнд-и-свмпэ/ (Дата обращения: 06.05.2024).

СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ»

УДК 74.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И ЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АРТ-ОБЪЕКТОВ И РЕКЛАМНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ И ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ

Гребенщикова А.Д., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
grebenschikovaad9@gmail.com
Научные руководители: Завражнова И.А., к.т.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»,
Рыбин Б.М., д.т.н. профессор
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Рассмотрены основные понятия об арт-объектах и рекламных продуктах, определены требования к их оформлению, а также рассмотрены используемые материалы при их изготовлении.

Арт-объект – предмет, представляющий художественную ценность и рассчитанный на эмоциональное взаимодействие со зрителем [1].

Рекламный продукт (РП) – это совокупность продуктов рекламной деятельности, рекламных материалов, носителей рекламных обращений, которые используются в осуществлении процесса воздействия на целевую аудиторию (ЦА). В работе примером рекламного продукта выступает «корнер». Корнер – место в магазине или торговом центре, которое презентует продукцию одной торговой марки и оформляется в фирменном стиле компании [2].

Художественно-эстетические требования к оформлению арт-объектов и рекламных продуктов играют важную роль в воздействии на зрителей. Основные художественно-эстетических требования: цветовая гармония, композиция, формы и линии, стиль и атмосфера, баланс и пропорции, использование текстур и оптических эффектов.

Материалы, обладающие отличительными характеристиками, являются ключевыми факторами в дизайне для улучшения арт-объектов и рекламных продуктов. Они не только влияют на их использование и функцию, но и способствуют созданию смыслов и определенных впечатлений. К факторам, которые необходимо учитывать при выборе материала для конструирования арт-объектов, относят следующие: впечатление – взаимодействие между продуктом и потребителем через физические чувства зрения, осязания и обоняния, причем учитывается не только визуальное впечатление, но еще и акустическое (например, звук при постукивании по арт-объекту); размер и форма; воздействие на окружающую среду; безопасность; долговечность; надежность и ремонтопригодность.

Рассмотрение конкретных примеров применения новых материалов в артдизайне позволит лучше понять, каким тенденциям следует современный дизайн: углеродное волокно или карбон; пластик; аброформ или жидкая древесина; металл (нержавеющая сталь, алюминий и др.) [3].

Рассмотрим их применение на примерах мастерской инженерного искусства «Архитекция».

Арт-объект «Традиция» в городе Салехард, ЯНАО. Еловый брус. Арт-объект принял форму традиционной символики Ямало-Ненецкого Автономного округа – рога оленя. В конструкции использовалась древесина ели из Архангельской области. В основном использовалась неделовая древесина. У конструкции не было определенной схемы установки,

поэтому крепление каждого бревна превратилось в большой творческий процесс по созданию единой композиции.

Арт-объект «Урсус» в городе Надым, ЯНАО. Фигура представляет собой белого медведя, который стоит на двух светящихся льдинах. Сама форма медведя вручную выполнена из полированной нержавеющей стали, льдины – металлический каркас, обшитый молочным монолитным поликарбонатом, который выдерживает резкие перепады температур. Цель объекта: привлечение людей к проблеме изменения климата в Арктике, и напоминание о том, что уже сейчас глобальное потепление влияет на жизнь этих животных, вынуждая их проводить всё больше времени на суше, из-за чего у них остается меньше возможностей для охоты.

Выставочная витрина для медалей в музее «Динамо». Витрина представляет собой радиусный каркас, встроенный в нишу. Внутри сварной каркас из стального профиля с верхними и нижними тумбочками, тумбочки изнутри обшиты фанерой. На подиумах с помощью магнитов закреплены таблички из МДФ с нанесением УФ печати. На секциях установлены таблички из прозрачного акрила с гравировкой и профилем с подсветкой. Задние панели, подиумы и фасады выполнены из МДФ, окрашенного в цвет RAL 7037. Внутреннее наполнение витрины – секции из кубов, цвет RAL 5002. Цвета подобраны не случайно: синий – фирменный цвет «Динамо». На его фоне отлично выделяются медали. Форма кубов также подобрана не случайно – они создают визуальное разделение между секциями и обрамляют каждую награду. Благородный серый цвет дополняет конструкцию и придает визуальную глубину.

Арт-объекты, создаваемые с использованием различных материалов, открывают перед художниками и дизайнерами огромное поле для экспериментов и самовыражения. Множество техник и приемов позволяют создавать уникальные и оригинальные произведения искусства, которые могут воздействовать на эмоции и воображение зрителей.

Список литературы

1. Большая Российская энциклопедия. Определение «Арт-объект». URL: https://bigenc.ru/c/art-ob-ekt-50178f (Дата обращения: 20.11.2023).
2. Дмитриева Л.М. Разработка и технологии производства рекламного продукта. М.: Экономистъ, 2006. 638 с.
3. Радчук Л.И., Мишков С.Н. Технология изделий из древесины: учебное пособие. М.: МГУЛ, 2009. 212 с.

УДК 674.049.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ ИЗГИБЕ

Евлампьев Д.О., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
denis58957@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»

Прочность материалов при статическом изгибе относится к основным показателям механических свойств. Под воздействием внешних нагрузок материалы на основе древесины проявляют разные силы сопротивления. Эти силы, отнесенные к единице площади сечения образца, называют напряжением, а максимальные напряжения, после которых происходит разрушение, носят название пределов прочности. Показатели пределов прочности применяются в расчетах деревянных элементов строительных конструкций или деталей других изделий, выполняющих несущие функции. Для массивной древесины пределы прочности при статическом

изгибе для нормализованной влажности приведены в справочной литературе. В изделиях корпусной мебели широко применяются плитные композиционные материалы, для которых показатели прочности и деформации при статическом изгибе являются обязательным условием разработки конструкции и последующего назначения допустимой нагрузки при эксплуатации, например, горизонтальные щиты или полки.

Щитовые детали мебельных изделий могут быть выполнены из различных плитных композиционных материалов, альтернативно выполняющих аналогичные функции. К ним относятся фанера, древесно-стружечные плиты (ДСтП), древесно-волокнистые плиты средней плотности (МДФ). Пределы прочности при статическом изгибе для этих материалов приводятся в соответствующих стандартах, но не в виде конкретных значений, а как нижние пределы этих показателей [1–3].

Цель работы – получение сопоставимых показателей по рассматриваемому виду нагружения. С нашей точки зрения, данная тематика представляет и определенный практический интерес.

Для проведения экспериментальных работ были подготовлены образцы из плит одного размерного диапазона по толщине (15…20 мм), в котором нормируются нижние показатели пределов прочности при статическом изгибе для ДСтП и МДФ. Для фанеры подобного деления нет, но присутствует нижний предел толщины для данного вида испытаний, равный 6,5 мм. Испытания проводили по единой методике, включающей применяемую оснастку, динамику прилагаемой на образцы нагрузки, формулы расчета показателей. Размеры образцов также были одинаковыми по длине и ширине, что несколько отличается от норм, принятых для этих материалов по соответствующим стандартам испытаний, однако это позволило исключить масштабный фактор влияния на конечный результат прочности.

Испытательное устройство представляло жесткую металлическую конструкцию, состоящую из двух горизонтальных опор, на которые помещали образцы. Нагружение выполнялось с помощью нажимного пуансона, изгибающее усилие которого было направлено посредине длины образца перпендикулярно наружным его поверхностям, для фанеры – перпендикулярно направлению волокон наружных слоев шпона. Для всех образцов нагрузка подавалась с одинаковой скоростью, при которой максимальное усилие достигалось через 1…2 мин.

В результате выполненных работ установлено, что наибольшее значение предела прочности при статическом изгибе имеет фанера, по сравнению с которой у МДФ этот показатель ниже на 54 %, а у ДСтП на 73 %. Также следует отметить, что прочность всех трех материалов соответствует их нормативным значениям, причем фактическая прочность фанеры выше нормативной на 69 %, МДФ – на 55 %, ДСтП – на 46 %.

Список литературы

1. ГОСТ 3916.1-2018. Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона лиственных пород. Технические условия. Нац. стандарт РФ. Введен 01.01.2018 / Федеральное агентство по техническому регулированию. Изд. офиц. М.: Стандартинформ, 20 с.
2. ГОСТ 10632-2014. Плиты древесно-стружечные. Технические условия. Нац. стандарт РФ. Введен 01.01.2015 / Федеральное агентство по техническому регулированию. Изд. офиц. М.: Стандартинформ, 14 с.
3. ГОСТ 32274-2921. Плиты древесно-волокнистые сухого способа производства. Технические условия. Нац. стандарт РФ. Введен 01.01.2022 / Российский институт стандартизации. Изд. офиц. М.: Стандартинформ, 22 с.

УДК 681.817.061.6

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ НИЗКОЧАСТОТНЫМ МЕТОДОМ

Пенькова М.И., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
Научный руководитель: Горбачева Г.А., к.т.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Выбор заготовок для производства музыкальных инструментов является нетривиальной задачей. Сложился устойчивый термин «резонансная древесина», который не отражает истинной сущности и, в некотором роде, вводит в заблуждение в процессе исследования.

С физической точки зрения дека должна обеспечить наилучшее излучение звуков всех частот, передаваемых от струн. К технической стороне необходимо отнести не просто изготовление дек, но и необходимость тщательной и осторожной настройки, путём соблюдения необходимых толщин и изгибов свода [1].

Применяемую для дек древесину называют резонансной (от лат. *resono* – звучать в ответ, откликаться) за ее акустическую отзывчивость в широком диапазоне частот, придающую особую, свойственную только данному материалу, тембровую окраску музыкальному звучанию инструмента [2].

Во все времена опытные мастера осуществляли выбор высококачественной древесины для производства своих музыкальных инструментов, простукивая материал и на слух определяя насколько хорош «звон». Этим же методом они пользовались при настройках, проверяя «чувствительность» дек на изгиб, и оценивали звук при выстукивании различных зон дек костяшками пальцев [3].

Для оценки свойств древесины и выводов о возможности использования в качестве материала для изготовления музыкальных инструментов, предлагается ударный низкочастотный метод.

Использование данного метода позволяет определить оптимальные акустические свойства заготовки в области звуковых частот при ударном воздействии на образец, что впоследствии позволяет сделать вывод о возможности использования данной заготовки для изготовления верхних и нижних дек струнных инструментов. Это коренным образом отличает данный метод от ультразвукового, нередко применяемого в настоящее время.

В дальнейшем развитии данной темы возможно использование модального анализа с использованием современных компьютерных технологий и искусственного интеллекта.

Список литературы

1. Витачек Е.Ф. Очерки по истории изготовления смычковых инструментов / под редакцией Б.В. Доброхотова. М.: Юрайт, 2024. 325 с.
2. Федюков В.И. Состояние и перспективы отбора, целевого использования и выращивания резонансной древесины в лесах России // Лесной журнал. 2016. № 5. С. 142–156. DOI: 10.17238/issn0536–1036. 2016.5.142.
3. Gough C. Science and the Stradivarius // Physics World. 2000. V. 13. № 4. P. 27-34. DOI:10.1088/2058-7058/13/4/23.

УДК 674.049.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТАТИЧЕСКОЙ ТВЕРДОСТИ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Савицкий Д.Е., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
sawadima@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»

Важным показателем механических характеристик древесины и древесных материалов является твердость. С точки зрения деформативной устойчивости, статическая твердость характеризует способность сопротивляться вдавливанию тела из более твердого материала.

Показатель твердости во многом влияет на факторы обрабатываемости материала резанием, а именно: скорость главного движения и подачи, толщина снимаемого слоя, углы заточки и установки режущего инструмента, время работы между переточками. Кроме этого, твердость является приоритетной эксплуатационной характеристикой, определяющей потребительские свойства деталей, испытывающих локальные нагрузки в составе изделия. Поэтому численное значение статической твердости материала учитывается при выборе и подготовке режущего инструмента, а также в процессе разработки конструкции изделия.

Стандартная методика определения твердости древесины и древесных материалов состоит в установлении величины монотонно возрастающей нагрузки при вдавливании стального пуансона в виде шарика на фиксированную глубину со стороны «рабочей» поверхности и вычислении статической твердости как отношения величины нагрузки к площади проекции полученного отпечатка. «Рабочей» принимается поверхность материала, которая в процессе эксплуатации изделия будет испытывать внешнее воздействие, аналогичное по физической природе вдавливанию пуансона. Например, на напольное покрытие действует постоянная локальная нагрузка со стороны опор мебели, на полки шкафа – установленные массивные предметы на точечных подставках. Поэтому для принятия решения о возможности применения материала для использования в тех или иных условиях эксплуатации, необходимы численные значения твердости, которые «закладываются» в расчет конструкции изделия.

В работе рассмотрены наиболее распространенные древесные материалы для конструкций и изделий мебели, которые могут быть представлены как альтернативные варианты. К таковым можно отнести такие плитные композиты, как фанера, ЛДСП, МДФ, а также ламинированное напольное покрытие на основе ДВП сухого способа производства. Следует отметить, что для указанных выше материалов, определение статической твердости выполняется по индивидуальной нормативно-технической документации, предусматривающей изготовление и подготовку образцов, динамику нагружения, снятия показаний и расчет значений конечной величины [1–3]. Характерной особенностью реализации этих методик являются отличия в диаметре шарика-пуансона, фиксированной глубины вдавливания и расчетных формулах твердости.

В наших исследованиях применялась единая методика оценки прочности древесины, согласно которой конечный результат определялся как отношение прилагаемой нагрузки, при которой глубина вдавливания шарика диаметром 11,28 мм составляла 2,82 мм, к площади основания образующегося при этом на поверхности испытываемого материала шарового сегмента.

Образцы устанавливались в приспособление, снабженное рычагом для передачи значений глубины вдавливания пуансона в материал на индикатор часового типа. В период подачи нагрузки, которая составляла 2 мм/мин, фиксировали ее значения не только на предельной

глубине вдавливания, но и через каждые 0,25 мм в течение всего цикла без остановки процесса испытания.

Результаты проведенных испытаний позволили получить сопоставимые показатели статической твердости древесных композиционных материалов, которые можно корректно сравнивать не только между собой, но и с табличными значениями разных пород древесины. Также были построены графические зависимости твердости от нагрузки и глубины вдавливания пуансона, что позволило представить их в виде математического описания.

Список литературы

1. ГОСТ 16483.17–81. Древесина. Метод определения статической твердости: нац. стандарт РФ. Введен 01.01.1983 / изд. офиц. М.: Изд-во стандартов. 7 с.
2. ГОСТ 9627.1-75. Древесина слоистая клееная. Метод определения твердости. нац. стандарт РФ. Введен 01.01.77 / Госкомитет по стандартам. Изд. офиц., М.: Изд-во стандартов, 4 с.
3. ГОСТ 11843-76. Плиты древесностружечные. Метод определения твердости. нац. стандарт РФ: Введен 01.01.1978 / Госкомитет по стандартам. Изд. офиц., М.: Изд-во стандартов, 4 с.

УДК 674.093

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РАСКРОЯ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ НА ОБРЕЗНЫЕ ПИЛОМАТЕРИАЛЫ С ОГРАНИЧЕННЫМ КОЛИЧЕСТВОМ РАЗМЕРОВ ПО ДЛИНЕ

Седрисев И.Д., студент
sedrisev.ivan@mail.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»

Товарные пиломатериалы хвойных пород могут поставляться на внутренний рынок в соответствии с ГОСТ 24454-80 «Пиломатериалы хвойных пород. Размеры.» длиной 1…6,5 м.

В связи с увеличением затрат на перевозку пиломатериалов, лесопильные предприятия, находящиеся на значительном расстоянии от потребителя, вынуждены поставлять пиломатериалы длиной 6 м.

Постав, схема раскроя круглого лесоматериала, должен обеспечивать максимальный объемный выход пиломатериалов.

В круглом лесоматериале можно выделить пифагорическую и вероятностную зоны. В пифагорической зоне длина обрезных пиломатериалов будет равна длине круглых лесоматериалов. В вероятностной зоне часть обрезных пиломатериалов получается равной длине круглых лесоматериалов [1].

Задача сводится к нахождению вероятности получения пиломатериалов заданной длины.

На размерообразование пластей боковых досок оказывает влияние расположение оси круглого лесоматериала относительно центра постава.

Если продольная ось круглого лесоматериала будет расположена в плюсовой зоне от оси постава, ширина левой пласти, по направлению подачи круглого лесоматериала, будет меньше расчетной, ширина правой увеличится. В результате получается 2 распределения размеров ширины узкой и широкой пластей боковых досок [2].

Рассматривается распределение узкой пласти боковой доски, т. к. узкая пласть определяет минимальный размер доски, которую можно получиться при выпиливании.

Между отклонением продольной оси круглого лесоматериала и изменением ширины пласти боковой доски существует функциональная связь. Плотность распределения размеров

пласти боковой доски будет такой же, как и при отклонении продольной оси круглого лесоматериала.

Тогда функция распределения Ф(x) размеров ширины узкой пласти боковой доски может быть рассчитана.

После определения функции распределения Ф(x) расчет выполняется в следующей последовательности:

– определятся ширина доски в верхнем отрезе круглого лесоматериала без смещения оси круглого лесоматериала относительно центра постава;

– определяется ширина доски в верхнем отрезе круглого лесоматериала при смещении оси круглого лесоматериала относительно центра постава до 10 мм;

– рассчитывается величина ширины вероятностной зоны, определяющая получение доски длиной 6 м;

– устанавливается доверительный интервал среднего квадратичного отклонения;

– находится вероятность получения досок длиной 6 м.

Предлагаемая методика расчета вероятности получения обрезных досок с ограниченным количеством размеров по длине может быть использована при расчете поставов и при составлении плана раскроя круглых лесоматериалов на обрезные пиломатериалы.

Список литературы

1. Каптелкин А.А., Куликова Н.В., Рыкунин С.Н. Повышение выхода пиломатериалов при распиловке с брусовкой // Лесной журнал. 2024. № 1. С. 152–167. DOI: https://doi.org/10.37482/0536-1036-2024-1-152-167.

2. Каптелкин, А.А., Куликова Н.В., Рыкунин С.Н. Влияние смежных поставов на объемный выход толстых пиломатериалов // Ежегодная национальная научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана по итогам научно-исследовательских работ за 2021 г.: материалы конференции (Мытищи, 31 января – 02 февраля 2022 г.) / под общей редакцией В.Г. Санаева. Красноярск: ООО «Научно-инновационный центр», 2022. С. 104–106.

УДК 674 + 691.11

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ НА КАПИЛЛЯРНОЕ ВСАСЫВАНИЕ ВОДЫ ДРЕВЕСИНОЙ ДУБА

Юзвович А.Е., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
auzvovich@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»
skuratov@bmstu.ru

Древесина – экологически чистый, доступный и широко распространённый материал, который с давних времен активно используется человеком. Но наряду с достоинствами древесина имеет и недостатки, такие как невысокая биостойкость и стабильность размеров.

Для расширения области применения древесины, ее свойства могут быть улучшены путем модифицирования. Однако не все существующие в настоящее время способы достаточно экономичны и обеспечивают сохранение экологических свойств древесины.

В 90-е гг. прошлого века было разработано несколько промышленных способов термического модифицирования древесины. Вследствие интенсивного термического воздействия на древесину в бескислородной среде она приобретала ряд положительных свойств

и, прежде всего, биологическую стойкость и стабильной размеров [1]. Благодаря этому термически модифицированная древесина (ТМД), стала широко использоваться для изготовления различных изделий, а также в малоэтажном строительстве.

Чаще всего для термического модифицирования используется древесина хвойных пород. В последние годы ТМД дуба стали использовать в наружных ограждениях различных малоэтажных зданий, что позволяло существенно улучшать их внешний вид. При проектировании строительных ограждений зданий важно знать, как материал, имеющий капиллярно-пористую структуру, поведет себя при взаимодействии с водой. До последнего времени показатели капиллярного всасывания воды (КВВ), характеризующие такое взаимодействие для ТМД лиственных пород в технической литературе, отсутствовали.

Цель работы состоит в том, чтобы получить эти данные и сравнить показатели капиллярного всасывания натуральной и термически модифицированной древесины между собой. Испытания были проведены в соответствие с требованиями ГОСТ Р 56505-2015 [2].

Для проведения эксперимента были специально подготовлены образцы одинакового размера (20×50×100 мм) двух пород, из натуральной древесины и ТМД дуба. Поскольку древесина – это анизотропный материал, то есть обладает разными свойствами в различных анатомических направлениях и неоднородной структурой, капиллярное всасывание по трем разным направлениям (радиальному, тангенциальному и поперечному) будет протекать по-разному. Для получения данных по каждому анатомическому направлению, опытные образцы изготавливали так, чтобы всасывание проходило только по одному направлению. Боковые грани образцов, соприкасающиеся с водой, изолировали от влаги. Образцы устанавливали в контейнеры с водой на металлическую сетку с размерами ячеек не менее 5×5 мм так, чтобы их нижняя неизолированная часть соприкасалась с поверхностью воды. Уровень воды в контейнерах был выше сетки приблизительно на 2 мм.

Образцы взвешивались через определённые отрезки времени, соответственно: 10 мин; 15 мин; 30 мин; 1 ч; 1,5 ч; 3 ч; 6 ч; 24 ч. По результатам взвешивания образцов были построены графики зависимости количества воды М, поглощённой поверхностью 1 $м^2$ образца, от квадратного корня из времени $\sqrt{z}$. Для определения коэффициента капиллярного всасывания испытуемого материала К, ($г/(м^2ч^{1/2})$), экспериментальные точки аппроксимировали прямой линией, выходящей из начала координат. Уравнение построенной прямой записывали в виде функции $y=K\cdot x$. Угловой коэффициент построенной прямой является коэффициентом капиллярного всасывания К [2]. За результат испытания принимали среднеарифметическое значение результатов испытаний на капиллярное всасывание воды в одном направлении трех образцов одной породы как ТМД, так и натуральной древесины.

Результаты испытаний показали, что термическое модифицирование существенно влияет на способность древесины к капиллярному всасыванию. В результате такой обработки величина *К* для дуба снизилась на 76 %, что говорит о существенном изменении микроструктуры древесины.

Список литературы

1. Горбачев Н.М., Солнцева Н.Л. Термически модифицированная древесина: свойства, применение и современное состояние технологии // Инженер-механик. 2014. № 2. С. 2-5.
2. ГОСТ 56505-2015 Методы определения показателей капиллярного всасывания воды. Введен 30.06.2015. М.: Издательство стандартов, 2016. 8 с.

СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ»

УДК 691.175.746: 621.315.614.64

БУМАЖНО-ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ С АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМИ ХВОЙНЫМИ ЭКСТРАКТАМИ

Борисова О.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
borisovaoa@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Иванкин А.Н., д.х.н., профессор
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Древесное сырье является важнейшим возобновляемым источником получения, прежде всего целлюлозы, которую используют для производства бумаги и бумажных изделий. Бумага применяется в основном для печати и как экологичный упаковочный материал [1, 2]. Изделия на основе бумажной массы не характеризуются высокими прочностными свойствами, поэтому проводятся исследования по модификации свойств целлюлозных материалов с целью улучшения их прочностных показателей, как правило, за счет комбинирования синтетических и природных полимеров [3].

В связи с усложнением экологической обстановки из-за значительного количества производимых в мире синтетических полимеров, которые не так быстро разлагаются в окружающей среде, тенденции в отечественных и зарубежных исследованиях в области полимеров направлены на создание биоразлагаемых полимерных материалов.

Цель исследования – получение бумажно-полимерного композита, как потенциального упаковочного материала с биопротекторными свойствами на основе полистирола и хвойного экстракта.

Для получения экстрактов использовали хвою ели Picea pungens, а в качестве биотестовых микроорганизмов применяли дрожжи пекарские Saccharomyces cerevisiae и грибную культуру мучнистой росы Microsphaera alphitoides.

Экстракты хвои получали путем экстрагирования в аппарате Сокслета в течение 4 ч с последующим высушиванием в течение 24 ч при 100 °С. Выход сухого экстракта из этанола – 26 мг/г, при извлечении бензолом – 18 мг/г.

Состав компонентов в хвойном экстракте изучали методом газовой хроматографии с масс-селективным детектированием.

Бумажно-полимерный композит изготавливали путем нанесения смеси стирола с 0,1 % инициатора пероксида бензоила, и 10…20 % хвойного экстракта на поверхность бумаги с последующим нагреванием при 80 °С в течение 3 ч.

Предел прочности на разрыв при растяжении ($\sigma_р$, Н/мм^2 = МПа) определяли с использованием разрывной машины Instron 3369 (США) по стандартной методике.

Экостойкость полученного бумажно-полимерного композита во влажной почве оценивали гравиметрически – путем формования таблеток композита и подзолистой почвы с последующим хранением в летнем периоде в лесном грунте с влажностью около 30…65% на глубине 25 см.

В сырье природного происхождения содержится значительное количество индивидуальных веществ, которые обладают бактерицидными свойствами. Особый интерес представляют хвойные породы древесных растений, которые давно используются в официальной и народной медицине.

По результатам масс-спектрометрического анализа в экстракте хвои ели колючей было обнаружено более 300 органических соединений, и большинство из них по химической природе являются сильными антисептиками.

Проверка активности экстрагированной смеси соединений из хвои в микробиологическом тесте показала высокое ингибирование роста микроорганизмов. Полученные экстракты вводили в рецептуру для получения бумажно-полимерного композита методом пропитки бумажной основы полимеризационной смесью на основе стирола, содержащей до 20 % экстракта. Процесс полимеризации стирола протекал как на поверхности, так и в толще бумажного слоя.

В результате удалось получить достаточно гибкий материал с повышенными физико-механическими характеристиками. Так, прочность на разрыв при растяжении образцов вдоль и поперек волокон обработанных и необработанных видов бумаги σ_p, МПа, для композита с покрытием на бумажную основу, плотностью 50 г/м^2 с однослойным нанесением стирола и бензольного экстракта составляла 28, против прочности исходной бумаги (50 г/м^2) – 17 и крафт-бумаги (80 г/м^2) – 19. То есть получаемые композиты более чем в 1,5 раза превосходили исходную основу.

Проверка экостойкости полученного композита показала, что бумажная основа за три летних месяца в результате хранения во влажной лесной почве теряла в массе более 10 % первоначальной массы и характеризовалась практически полностью разрушенной геометрической структурой. Полимерный композит без включения хвойного экстракта имел потери в массе не более 1…2 % с определенным сохранением внешней формы. А композит с хвойным экстрактом практически не имел потерь в массе и характеризовался несущественными изменениями в геометрических размерах, что позволяет оценивать его устойчивость во влажном почвенном слое как достаточно высокую.

Таким образом, в результате проведенных исследований можно констатировать, что удалось получить устойчивые бумажно-полимерные композиционные материалы на основе полистирола, бумажного носителя и бактерицидных растительных экстрактов.

Список литературы

1. Zarubina A.N., Ivankin A.N., Serdyukova Yu.V. Oliferenko G.L. Bioplastics based on copolymers of glycerin, phthalate anhydride and lactic acid // Polymer Science, Series D. 2023. V. 16. № 2. pp. 410–414.
2. Дубовой В.К., Гурьев А.В., Казаков Я.В. Лабораторный практикум по технологии бумаги и картона. / Дубовой В.К., Гурьев А.В., Казаков Я.В. и др. СПб.: Изд-во Политехнического ун-та. 2006. 230 с.
3. Иванкин А.Н., Зарубина А.Н., Веревкин А.Н., Бабурина М.И. Гидролиз компонентов растительной биомассы как универсальный механизм экобезопасности природных и синтетических материалов // Лесной вестник. 2022. В. 26. № 5. С. 120–127.

УДК 674.076

ОТДЕЛКА ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ ХИМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫМИ ПОЛИЭФИРАМИ

Котелова К.В., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
christinakotelova@yandex.ru
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»

Древесина – природный органический полимер, который подвержен воздействию микроорганизмов, насекомых, огня и влаги [1]. Защитно-декоративные покрытия, являющиеся завершающим этапом производства изделий, играют важную роль в деревообработке, так как от них зависит качество будущих материалов. Работа посвящена исследованию возможности

применения химически модифицированных глифталевых полимеров для отделки древесных поверхностей.

Для исследования были взяты полимеры с различным количеством модификатора. Молочную кислоту вводили на стадии синтеза одновременно с мономерами – глицерином и фталевым ангидридом в количестве 0,015, 0,03, 0,045 моль, что составило 10, 20 и 30 % от количества вещества фталевого ангидрида. Введение модификатора до 0,03 моль способствует сокращению времени синтеза на 30 % за счет быстрого снижения кислотного числа, характеризующего содержание реакционноспособных карбоксильных групп.

К материалам, применяемым в деревообрабатывающей промышленности, предъявляются требования повышенной водостойкости, поэтому полимеры подвергали испытанию воздействием кипящей воды [2]. С увеличением количества модификатора до 0,03 моль водопоглощение уменьшалось, что можно объяснить высокой степенью сшивки макромолекулярной сетки образующегося полимера за счет высокой реакционной способности молочной кислоты, содержащей как карбоксильную, так и гидроксильную группу. При дальнейшем повышении содержания модификатора, водостойкость продукта не менялась, что может быть связано с наличием непрореагировавшей молочной кислоты, взятой в избытке.

Растворимость полимера является одной из важных характеристик для использования, переработки и определения его строения. А некоторые растворители намеренно вводят в полимеры для регулирования вязкости, получения пленок, лаков, красок, эмалей, гелей и т. д. В данном случае глифталевую смолу растворяли в растворителях разной полярности для того, чтобы определить возможность ее применения в качестве пленкообразователя лаковых и пленочных покрытий или пленочных материалов. Модифицированный полимер лучше всего растворялся в спирто-бензольной смеси (1:1), поэтому для дальнейших исследований использовали этот растворитель.

Основная область применения полиэфирных смол – производство лаков, качественной оценкой результатов испытания которых является получение покрытия (пленки). С учетом анализа литературных источников, были приготовлены растворы разной концентрации. При этом было отмечено, что полимер, модифицированный молочной кислотой в количестве 0,045 моль, растворялся лучше и был менее вязким. Для оценки прочности лаковых поверхностей использовали метод решетчатых надрезов, а адгезию оценивали с помощью метода липкой ленты. Была отмечена высокая прочность всех полученных поверхностей, края надрезов оставались гладкими, отслоений не наблюдалось. А не модифицированное покрытие незначительно отслаивалось.

Не менее важный показатель для лакокрасочных покрытий – термостойкость. Это температура, при которой поверхность сохраняет свои свойства. У модифицированных полимеров отмечено небольшое изменение блеска при температуре 140 °С, в то время как у не модифицированного уже при 85 °С структура покрытия лака претерпела значительные изменения.

Одним из самых распространенных изделий из полимерных материалов является пленка. Глифталевые смолы не используют для получения пленочных материалов, т.к. в них трудно сочетать высокие прочностные и достаточные эластичные свойства из-за способности к образованию сетчатых структур. Модифицированный глифталевый полимер применяли для получения бумажно-полимерного композита, пропитывая его растворами бумагу-основу. В результате были получены эластичные пленки, не жесткие и не хрупкие, содержащие от 28 до 38 % полимера. После пропитки масса бумаг увеличилась, а толщина не изменилась, т.к. большая часть раствора полимера проникла в поры, а также пропитала волокна целлюлозы. По этой же причине увеличилась плотность бумаги, и уменьшился удельный объем. С повышением количества модификатора в полимере гладкость верхней стороны бумаги в среднем уменьшилась на 11 %, что можно объяснить наличием пигментов из-за нанесенного на бумагу рисунка, что не позволило полимеру проникнуть в уже частично заполненные краской поры бумаги. Гладкость же сеточной стороны увеличилась на 8 %.

Важная характеристика пленочных материалов на основе бумаг – механическая прочность, поэтому было определено сопротивление раздиранию, излому и разрыву. Установлено, что наиболее высокими показателями обладают пленки, полученные с использованием 0,015 моль модификатора.

Таким образом, введение молочной кислоты в качестве модификатора глифталевой смолы позволяет получать лаковые составы и бумажно-полимерные пленки с улучшенными свойствами. Для синтеза полимеров с более высокими технологическими характеристиками, позволяющими расширить область их применения, необходимо продолжить исследования в данном направлении.

Список литературы

1. Вернигорова В.Н., Саденко С.М. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов: учеб. пособие. Пенза: ПГУАС, 2015. 296 с.
2. Азаров В.И., Винославский В.А., Кононов Г.Н. Практикум по химии древесины и синтетических полимеров: учеб. пособие. М.: МГУЛ, 2006. 249 с.

УДК 620.197.3

ИЗУЧЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ АГРЕССИВНОСТИ МОДЕЛЬНЫХ СРЕД, СООТВЕТСТВУЮЩИХ УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Лаптев А.М., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
alptv30@gmail.com
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»,
Олиференко Г.Л., к.х.н., доцент,
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Материалы из металлов под воздействием окружающей среды подвергаются коррозионному разрушению. Поэтому исследование процессов коррозии и разработка методов защиты металлов относится к актуальным научно-техническим задачам.

Цель работы – изучение коррозионной агрессивности углекислотных сред.

Проблемы коррозионного характера из-за повышенного содержания диоксида углерода возникают на нефтегазовых объектах, а также при эксплуатации оборудования предприятий химической промышленности и химической переработки древесины. В частности, диоксид углерода является одним из главных коррозионных компонентов газовой фазы продукции скважин [1]. Также факторами, ускоряющими коррозионное разрушение, являются повышенные показатели содержания солей в водной фазе, давления и температуры (40–80 ºС). Таким образом, внутренняя коррозия, обусловленная наличием минерализованной водной фазы и растворенного в ней диоксида углерода, представляет серьезную проблему при эксплуатации газовых скважин и трубопроводов. Данный вид углекислотной коррозии носит локальный (питтинговый) характер, что делает ее особенно опасной.

По данным исследований методом рентгеновской дифракции, проведенных ООО «Газпром ВНИИГАЗ», основным продуктом коррозии в углекислотной среде является сидерит (карбонат железа (II)). Это следует из результатов анализа поверхности стальных образцов после коррозионных испытаний. В местах отложения осадка сидерита будут развиваться локальные дефекты (питтинги) [2].

Предметом исследования данной работы является сравнительный анализ коррозионной агрессивности типичных модельных сред, соответствующих условиям добычи газа на месторождениях с повышенным содержанием диоксида углерода.

В качестве испытательной эксплуатационной среды использовали низкоминерализованную модельную воду НГКМ (АГ3) с общей минерализацией 1,027 г/л и высокоминерализованную модельную воду (АГ4) с общей минерализацией 11,355 г/л. Исследуемые среды содержали катионы натрия, магния, кальция, калия, аммония и анионы: хлора, брома, йода и гидрокарбоната. Для поддержания pH раствора к модельной воде добавляли соляную кислоту.

При проведении коррозионных исследований использовали металлические образцы из стали 09Г2С. Выбор данного типа стали обусловлен тем, что она является распространенным конструкционным материалом для изготовления различного вида оборудования на нефтегазовых объектах.

Скорость коррозии определяли гравиметрическим методом, который основан на определении потери массы стальных образцов за время их пребывания в испытательных средах.

Испытания по определению скорости коррозии проводили в статических и динамических условиях. Перед испытаниями поверхность стальных образцов шлифовали и обезжиривали ацетоном. Подготовленные металлические образцы хранили в эксикаторе с прокаленным хлоридом кальция. Перед опытом образцы взвешивали на аналитических электронных весах.

Установка для испытаний в статических условиях при постоянной продувке диоксидом углерода состоит из стеклянных ячеек, оборудованных рубашками, подключенными к термостату для поддержания постоянной температуры среды (20–60 ºС). Длительность испытаний в статических условиях – 6 часов.

Согласно результатам гравиметрических исследований в статических условиях установлено, что в исследованных испытательных средах при повышении температуры скорость коррозии возрастает. В испытательной среде с более высокой концентрацией солей скорость коррозии немного выше.

Для испытаний в динамических условиях использовали коррозионную установку, которая состоит из мешалки и стальных ячеек. Данная установка создана и запатентована ООО «Газпром ВНИИГАЗ» [3]. Гравиметрические испытания в динамических условиях проводили при температуре 60 ºС. Длительность испытаний составляла 30 дней. Установлено, что в динамических условиях состав минерализованной воды практически не влияет на скорость коррозии. После испытаний на стальных образцах образовывались локальные дефекты, глубина которых определялась металлографическим методом.

Список литературы

1. Кантюков Р.Р., Запевалов 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. 2021. В. 64. № 11. С. 793–801.
2. Вагапов Р.К. Анализ влияния агрессивных факторов и условий на состав коррозионных продуктов // Вопросы материаловедения. 2022. Т. 111. № 3. С. 85–97.
3. Кантюков Р.Р., Запевалов Д.Н., Вагапов Р.К., Ибатуллин К.А. Способ коррозионных испытаний и установка для его осуществления. Патент № 2772614 РФ. Заявл. 26.07.2021. Опубл. 23.05.2022.

УДК 674

ПОКРЫТИЕ ДЛЯ ДЕТСКИХ ПЛОЩАДОК НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ

Попков М.В., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
mihail.432rus@mail.ru
Научные руководители: Мачнева О.П., к.т.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»,
Цветков В.Е., д.т.н., профессор
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Ежегодно повсеместно образуется огромное количество изношенных автомобильных шин, которые нуждаются в природосберегающем подходе при их утилизации или переработке.

Цель настоящей работы – разработка технологии получения покрытия из отходов автомобильных шин и модифицированного карбамидоформальдегидного связующего, безопасного для детских площадок, беговых дорожек и дорожных покрытий.

Решались следующие задачи: проведение теоретического анализа накопления и переработки изношенных шин и их негативное воздействие на окружающую среду; анализ современных технологий в области переработки и вторичного использования отходов; разработка технологической схемы переработки и вторичного использования сырья; разработка продукта из вторичного сырья на основе модифицированных карбамидных смол; проведение физико-механических испытаний полученного продукта, а также анализ экологических показателей полученных покрытий.

За основу связующего была выбрана карбамидная смола марки КФ–Ж со следующими свойствами: концентрация – 65 %, вязкость – 54 с вискозиметру ВЗ–4, pH – 7,5, время желатинизации при 100 °С – не более 64 с, время жизнеспособности связующего (смола + отвердитель) – не менее 14 ч, с содержанием свободного формальдегида – не более 1,2 % [1–3].

В качестве отвердителя для предлагаемой смолы был взят препарат марки АФ-2, представляющий собой гранулы от светло-розового до серого цвета, с содержанием фосфора до 26 %. Вещество растворимо в воде, pH 10 %-го водного раствора – 5,5–6,5, срок пригодности к использованию – не менее 2-х лет.

Данное вещество показало свою эффективность не только как отвердитель карбамидных смол, но и как эффективный акцептор формальдегида. Таким образом, содержание формальдегида в отвержденной смоле заметно снизилось, что указывает на отсутствие токсичности.

Далее разработанное связующее применялось при получении покрытий для детских и спортивных площадок при следующих технологических режимах: расход связующего – от 10 до 25 %, температура прессования – 140 °С, длительность прессования – 10 мин., давление прессования – 1,5 МПа. Размеры полученного покрытия – 300×130×10 мм. Фракционный состав резиновой крошки: фракция 2–4 мм – 80 %, фракция 0,2 мм – 17 %, сторонние включения – 3 %. Сторонние включения удалялись вручную [2].

При абсолютно одинаковых условиях было получено 4 покрытия плотностью 1000 кг/м^3, с расходом связующего: 10, 15, 20 и 25 %, у каждого из них были определены физико-механические свойства, и проведена оценка их экологичности. Однако, при прочих равных условиях, наилучшими свойствами обладало покрытие с расходом связующего 15 %: прочность при изгибе – 61,3 МПа, прочность при растяжении – 1,5 МПа, разбухание по толщине после вымачивания в холодной воде – не более 1,2 %, относительная деформация при сжатии – 1,2 % без нарушения целостности структуры материала (в других образцах наблюдалось разрушение

структуры, связанное либо с недостатком связующего, либо с его избытком). Эмиссия формальдегида – 7,3 мг/100 г абсолютно сухого материала, что соответствует классу токсичности Е1 (менее 8 мг/100 г абсолютно сухого материала). Следовательно, учитывая, что эксплуатация покрытия будет происходить на открытых территориях, оно может быть рекомендовано как экологически безопасное для живых организмов и окружающей среды.

Схема технологического процесса получения покрытий по предлагаемой технологии должна включать следующие операции: подготовку наполнителя (получение резиновой крошки и определение ее фракционного состава); подготовку связующего (смола марки КФ-Ж + отвердитель АФ-2); совмещение наполнителя и связующего; формирование «ковра» будущего изделия; горячее прессование покрытия; технологическая выдержка (не менее 24 ч).

Список литературы

1. Цветков В.Е., Пасько Ю.В., Мачнева О.П., Екимова М.Ю. Технология и применение полимеров в деревообработке: учебно-методическое пособие. Москва: МГУЛ, 2015. 36 с.
2. Мачнева О.П., Валеева А.Т., Мансурова Р.А. Универсальные связующие для древесных материалов // Наука без границ. 2019. № 1 (29). С. 10–15.
3. Цветков В.Е., Пасько Ю.В., Мачнева О.П., Кремнев К.В. Полимеры в производстве древесных материалов: практикум. Москва: МГУЛ, 2012. 55 с.

УДК 630.416.11:582.284:66.092

ПЕРПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИСТОВОГО ОПАДА РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ

Стружкин А.Д., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
struzhkin@bmstu.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»

На сегодняшний день существует проблема утилизации растительных отходов. Большое количество новых способов переработки отходов являются не только невыгодными, но также малоэффективными с точки зрения экологии. Для переработки отходов во многих случаях используют физико-химические технологии, что приводит к побочному загрязнению окружающей среды. В то же время, внимание мировой науки привлекает поиск направлений рационального использования для промышленных целей возобновляемых природных ресурсов (растительной биомассы), к которым можно отнести и промышленные целлюлозосодержащие отходы.

В качестве объекта исследования использовался листовой опад березы и осины. Пробы были отобраны в октябре 2022 г. в г. Мытищи Московской области.

Сбалансированное кормление животных должно удовлетворять их потребность в незаменимых аминокислотах, вследствие чего повышается коэффициент трансформации белков в животноводческую продукцию. Микробная биомасса является хорошей белковой добавкой для животных, птиц и рыб. На основе мицелия ксилотрофных базидиомицетов можно создавать витаминные и антиоксидантные премиксы для применения в разных отраслях животноводства [1, 2].

Вешенка обыкновенная (Pleurotus ostreatus) способна расщеплять целлюлозу и лигнин, вызывая белую гниль древесины. Это позволяет использовать грибы рода Pleurotus для биодеструкции растительных отходов с получением белкового кормового продукта и плодовых тел.

Для определения возможности применения продукта биотрансформации листового опада, необходимо рассмотреть его компонентный состав, а также определить содержание микроэлементов, в том числе и тяжелых металлов, в растительном сырье.

Цель данной работы – изучение компонентного состава листового опада березы и осины с перспективой применения продукта их биотрансформации в качестве кормовых добавок с содержанием белка.

Установлено, что листовой опад включает повышенное содержание лигниновых веществ (около 26–32 %) и пониженное содержание углеводов по сравнению с древесиной (примерно 63–67 %).

Общее содержание целлюлозы в листовом опаде убывает по сравнению с древесиной на 10 % и практически не меняется в зависимости от породы древесины. Это связано с повышенным содержанием легкогидролизуемых полисахаридов в листьях на 12–13 %. При этом, содержание лигнина возрастает на 11 и 20 %, для березы и осины, соответственно.

Определено содержание экстрактивных веществ в листовом опаде березы и осины. Содержание экстрактивных веществ листьев возрастает, примерно, на 50 % в сравнении с древесиной тех же пород. Среди них преобладают гидрофобные соединения, экстрагируемые органическими растворителями. К ним относятся смоляные кислоты, танины (дубители) и эфирные масла (терпены и их производные) и т. п.

Влажность листового опада выше, чем у древесины березы и осины, и составляет 20–30 % в зависимости от древесной породы. Зольность листового опада составляет 6–7 %, что в 2–3 раза выше, чем для древесины. Повышенное содержание минеральных веществ в листовом опаде может быть связано с интенсивным метаболизмом древесных соков растения.

Характерной особенностью минеральных веществ является то, что они не синтезируются в живых организмах и должны регулярно поступать в организм с кормами и водой. Для определения возможности использования продукта биотрансформации опада в качестве кормовой добавки необходимо знать содержание микроэлементов в субстрате. Поэтому был проведён элементный анализ состава золы.

Общее содержание минеральных веществ в растворе золы составляет ~7 мг/мл. Полученный раствор анализировали на содержание микроэлементов качественными реакциями на катионы и определяли содержание металлов в золе по чувствительности аналитического определения катионов микроэлементов.

Важным параметром оценки качества получаемых кормовых добавок является их безопасность по содержанию тяжелых металлов. Тяжелые металлы могут быть токсичными для животных, они обладают биоаккумулятивностью, а также снижают питательность выращенной кормовой продукции [3].

Установлено, что из тяжелых металлов в золе опада присутствует только железо. Содержание свинца и меди в золе листового опада березы и осины меньше предела обнаружения микроэлементов.

Из микроэлементов наибольшее значение для животных имеют железо, медь, кобальт, цинк, марганец, йод. В листовом опаде наблюдается высокое содержание железа, которое будет присутствовать и в кормовом продукте.

Основываясь на полученных результатах количественного и качественного анализа компонентного состава листового опада и отсутствии в нем тяжелых металлов, можно сделать вывод о возможности применения продукта биоконверсии опавших листьев березы и осины грибами Pleurotus ostreatus в качестве белковой кормовой добавки.

Список литературы

1. Веревкин А.Н., Кононов Г.Н., Сердюкова Ю.В., Зайцев В.Д. Биодеградация древесины ферментными комплексами дереворазрушающих грибов // Лесной вестник. 2019. В. 23. № 5. С. 95–100.

2. Машанов А.И., Величко Н.А., Ташлыкова Е.Е. Биоконверсия растительного сырья: учеб. пособие. Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т., 2014. 223 с.
3. Мамаева О.О., Исаева Е.В., Лоскутов С.Р., Пляшечник М.А. Компонентный состав продукта биодеструкции опавших листьев базидиальными грибами Pleurotus pulmonarius (штамм PP-3.2) // Химия растительного сырья. 2021. № 1. С. 277–285.

УДК 620.197.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЯДА ИНГИБИТОРОВ В УСЛОВИЯХ УГЛЕКИСЛОТНОЙ КОРРОЗИИ

Чумаков К. В., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
kirill.chumakov2018@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»,
Олиференко Г.Л., к.х.н., доцент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Как известно, условия эксплуатации многих газовых месторождений отличаются повышенным содержанием коррозионно-агрессивного диоксида углерода (CO_2), который способен привести к образованию опасных повреждений локального характера используемого оборудования, в частности трубопроводов [1]. Большинство газопроводов, подвергающихся такой углекислотной коррозии, изготовлено из нестойких к ней углеродистых или низколегированных сталей и требуют применения средств защиты.

Помимо повышенных парциальных давлений CO_2, которые приводят к подкислению водного раствора конденсационной или пластовой природы в условиях эксплуатации технологического оборудования, на протекание коррозионного процесса влияют повышенная эксплуатационная температура (40–80 °С), химический состав водной среды и другие эксплуатационные факторы.

Одним из основных способов борьбы с внутренней коррозией трубопроводов является применение ингибиторов [2]. Ингибитор взаимодействует с поверхностью металла, его количество по сравнению с агрессивной средой является относительно небольшим. Ингибитор физически или химически адсорбируется на поверхности металла с образованием ингибиторной пленки, от сил сцепления которой со сталью будет зависеть эффективность защиты от внутренней коррозии.

Целью работы – изучение защитной эффективности ряда промышленно выпускаемых ингибиторов коррозии на моделях минерализованной воды определенного состава при различных температурах в условиях углекислотной коррозии.

В качестве объекта исследования использовали образцы стали Ст20 и испытательные водные среды: модели конденсационной воды МВ1 (с общей минерализацией 1 г/дм^3) и пластовой воды МВ2 (с общей минерализацией 11 г/дм^3). Проводили сравнительные испытания трех ингибиторов коррозии: № 1, № 2 и № 3.

Для исследования коррозии использовали гравиметрическую оценку стальных образцов в условиях их полного погружения в водную фазу при статических условиях. Гравиметрический метод исследования процесса коррозии основан на определении потери массы металлических образцов за время их пребывания в фоновой (неингибированной) и ингибированной испытательных средах.

Испытания проводили при постоянном барботировании CO_2 водного раствора в стеклянных ячейках, оборудованных «рубашками» (для нагревания) и подключенных к термостату для поддержания постоянной температуры среды, которая варьировалась в диапазоне от 20 до 60 °С. В каждую ячейку погружали по два стальных образца в виде пластинок, предварительно взвешенных на аналитических весах. Продолжительность испытаний составляла 6 ч. Концентрация ингибитора в испытательной среде составляла 100 мг/дм^3. По истечении времени выдержки образцов в коррозионной среде, установку выключали, извлекали образцы, продукты коррозии удаляли в травильном растворе, затем мягкой резинкой, выдерживали в течение часа над влагопоглотителем, взвешивали. По результатам испытаний стальных образов определяли скорость общей коррозии, сравнение изменения массы которых, в неингибируемой и ингибируемой водных средах, служило для оценки защитной эффективности ингибиторов коррозии.

В результате проведенных исследований было установлено, что в отсутствии ингибитора скорость углекислотной коррозии образцов из Ст20 высокая. С ростом температуры от 20 до 60 °С она возрастает от 0,53 – 0,65 мм/год до 1,14 – 1,47 мм/год.

Фоновые (без добавления ингибитора) скорости общей коррозии в конденсационной воде МВ1, несмотря на ее более низкую минерализацию, в зависимости от температурного режима испытаний примерно на 20 % выше (0,653 – 1,473 мм/год), чем в пластовой воде МВ2 (0,532 – 1,15 мм/год). По-видимому, это связано с тем, что в более минерализованной воде МВ2 образуется более равномерная пленка продуктов коррозии, чем в МВ1. Отложения карбонатов железа могут обладать определенной степенью защиты стальной поверхности от углекислотной коррозии.

Защитная эффективность испытанных ингибиторов коррозии достаточно высока и составляет: для № 1 – 76,9–91,3 %; для №2 – 60,3–86,0 %; для № 3 – 78,4–90,8 %. Наиболее эффективно ингибиторы защищают от углекислотной коррозии в пластовой воде МВ2.

Следует отметить, что защитная способность ингибиторов, несмотря на повышение коррозионной активности конденсационной и пластовой воды, сохраняется и с ростом температуры от 20 до 60 °С.

Таким образом, в ходе проведенных исследований защитной эффективности ряда отечественных ингибиторов от углекислотной коррозии на образцах стали Ст20 в минерализованных водных средах было установлено, что испытанные ингибиторы коррозии обладают достаточно высоким, но разным уровнем защитной эффективности. Наибольшей защитной эффективностью обладает ингибитор № 1.

Список литературы

1. Кантюков Р.Р., Запевалов 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. 2021. В. 64. № 11. С. 793–801.
2. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Ингибирование сероводородной и углекислотной коррозии металлов. Универсализм ингибиторов. М.: Изд-во «КАРТЭК», 2011. 244 с.

СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ОБОРУДОВАНИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВ»

УДК 66.071.4

СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ ГАЗОВ ДЛЯ АППАРАТА ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ

Галковский Е.И., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
zek12000@mail.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»

Аппарат искусственной вентиляции легких (ИВЛ) – это медицинское устройство, которое используется для поддержания дыхания пациентов, у которых есть проблемы с дыхательной функцией. Он работает путем создания положительного давления в дыхательных путях пациента, что помогает пропускать воздух в легкие и из них с помощью трубки, вставленной в дыхательные пути.

Данные дыхательные аппараты позволяют регулировать такие параметры как: давление смеси, объем дыхания, скорость подачи и температуру. Чтобы обеспечить оптимальную поддержку дыхания, современные устройства ИВЛ могут иметь различные режимы работы и функции, позволяющие адаптироваться к конкретным потребностям пациента.

Подобные устройства чаще всего применяются в интенсивной терапии, реанимации, педиатрии, в операционных залах и при амбулаторном уходе, но также могут применяться и в других областях медицины, таких как пульмонология, кардиология и неонатология [1].

Система подготовки газов для аппарата ИВЛ обеспечивает: оксигенацию смеси, фильтрацию, регулирование давления и потока, увлажнение вдыхаемого кислорода или смеси.

Особенности подобных систем подготовки:

– гибкость настроек: некоторые системы подготовки газов могут иметь большое количество настраиваемых параметров. Например, пользователь может установить конкретные значения давления, фильтрации, температуры и других параметров с учетом индивидуальных потребностей пациента. Это позволяет достичь лучших условий для конкретного случая и увеличить эффективность проводимой вентиляции лёгких;

– безопасность и надежность: системы подготовки газов разработаны с учетом высоких стандартов безопасности и надежности. Они проходят строгую проверку качества и регулярное техническое обслуживание, для обеспечения их надежной работы и минимизации рисков возможных сбоев.

Одной из проблем в системе подготовки газов для аппаратов ИВЛ является нагрев вдыхаемой смеси или кислорода через респираторную маску до естественной температуры тела пациента и при этом, необходимо соблюдать быстродействие нагрева вдыхаемой смеси в зависимости от ее расхода [2].

Один из более распространенных методов является нагрев, основанный на теплопередаче, то есть передача тепла от нагретой поверхности к газам, которые далее поступают в аппарат ИВЛ. В таком методе используется нагревательный элемент, который отдает тепло при прохождении газов через него. Это может быть проводник, нагреваемый электрическим током, или нагреватель, работающий на основе принципа термоэлектричества.

Следующим методом нагрева является теплообменная пленка или проволока. В данном методе смесь или кислород проходит через силиконовую трубку в аппарате ИВЛ, в которой по центру установлена длинная тонкая трубка с теплообменной плёнкой или проволокой. Такой

метод является более компактным и эффективным в использовании, чем метод, основанный на теплопередаче с нагревательными элементами.

Последний распространенный метод – это испарительный подогрев воздуха. Смесь или кислород проходит через испарительный элемент, который содержит жидкость с высоким тепловыделением. При контакте с воздухом жидкость испаряется, поглощая тепло и подогревая воздух [3].

Применяя методы электрического нагрева и устройства управления с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), возможна разработка компактного исполнения аппарата ИВЛ с оптимальным быстродействием подогрева дыхательной смеси.

Использование мобильных аппаратов ИВЛ позволяет применять их в домашних условиях для реабилитации после коронавирусных заболеваний.

Список литературы

1. Савин И.А., Горячев А.С. Основы ИВЛ. М.: «Юрайт», 2022. 310 с.
2. Гесс Д.Р., Качмарек Р.М. Искусственная вентиляция легких. М.: «Бином», 2009. 432 с.
3. Шурыгин И.А. Искусственная вентиляция легких как медицинская технология. М.: «Бином», 2022. 630 с.

УДК 681.5

ПРИМЕНЕНИЕ ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕРМОСТАБИЛЬНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Досов Э.В., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
dosov.ed@mail.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»

С середины прошлого века, когда в процессе развития производства стали активно применяться средства автоматизации, возникла необходимость описания роли человека в таких автоматизированных системах. Д'Аддио Э. определил эргатическую систему как «любую физическую целенаправленную систему, нуждающуюся в участии человека» [1]. Поскольку ни одна система, так или иначе, не может обойтись без вмешательства или контроля со стороны человека, в настоящее время основной задачей исследования эргатических систем является поиск таких процессов, которые можно автоматизировать, повысив при этом надежность работы объектов управления и качество готовой продукции.

Для лучшего понимания того, что собой представляют эргатические системы, обратимся к их классификации. Существует несколько делений эргатических производственных систем [2], наиболее существенными для нас являются следующие:

– по количеству людей-операторов эргатические производственные системы подразделяются на моноэргатические – при одном операторе, и полиэргатические – при числе операторов больше одного;

– по степени непрерывности участия оператора в работе, эргатические производственные системы делятся на системы первого рода, в которых человек-оператор не принимает непосредственного участия в выполнении задачи системы, и, второго рода, в которых человек-оператор принимает непосредственное управление выполнением системой своей задачи.

В процессе производства одну из ключевых позиций занимает контроль качества изделий. Причем, появление недостатков на каком-либо этапе приводит к накоплению ошибок и дефектов на всех последующих этапах производства. Решением этой проблемы может быть как оценка

качества на каждом этапе человеком, так и автоматизированная система распознавания и контроля качества готовой продукции.

Рассмотреть применение эргатических систем для оценки качества можно на примере процесса производства термостабильной древесины. Оценка качества продукции производится на следующих этапах:

- выбор сырья (качество сырья, пиломатериалов, наличие дефектов);
- составление штабеля (контроль размера штабеля, размещения прокладок, ширины шпаций);
- сушка (контроль влажности древесины, температуры, определение изгибов и трещин изделий);
- термообработка (контроль разности температур в камере и в самой древесине);
- контроль качества готовой продукции.

Применение средств автоматизации позволит сократить число сотрудников, участвующих в оценке качества, и свести производство к моноэргатической системе первого рода.

Оценка качества сырья при деревообработке заключается в осмотре партии древесного сырья на наличие дефектов, сучков, гнили, трещин, смоляных кармашков, червоточин. Автоматизация данного процесса заключается в установке оборудования и датчиков, принцип работы которых основан на следующих эффектах: акустический, телевизионный, фотоэлектрический, радиоволновой, радиационный. У каждого способа выявления пороков есть как свои преимущества, так и недостатки, поэтому целесообразно использовать несколько видов устройств.

Контроль размера штабеля, размещения прокладок, ширины шпаций может осуществляться с помощью видеоаппаратуры с машинным (техническим) зрением. Такие системы способны распознавать объекты, их количество, размер и расположение.

Для контроля влажности древесины и температуры используют бесконтактные измерители влажности, такие как диэлькометрические влагомеры и психрометры, и измерители температуры, такие как термопары, термометры сопротивления. Для определения изгибов материалов в процессе сушки можно также использовать камеры с машинным зрением.

Контроль разности температур в камере и в самой древесине заключается в своевременном включении/выключении нагревательных элементов. Кратчайшее время выхода в устоявшийся режим работы может обеспечить блок ПИД–регулирования, считывающий показания с измерителей температуры и вырабатывающий управляющие сигналы на нагреватели.

Контроль качества итоговой продукции может, как и в случае со штабелем, осуществляться с помощью видеоаппаратуры с машинным (техническим) зрением. Обработка информации может осуществляться с помощью применения алгоритмов системы нечеткого логического вывода [3].

Все вышеперечисленные средства автоматизации позволяют сократить число операторов до одного, следящего за показаниями сразу всей системы. Мероприятия по преобразованию полиэргатической системы второго рода в моноэргатическую систему первого рода позволят оптимизировать производство, особенно в процессах с большим количеством операций.

Список литературы

1. Железнов Э.Г., Комиссаров П.В., Цымай Ю.В. Исследование эргатических систем управления // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 4. С. 37-41.
2. Великанов В.С., Исмагилов К.В., Савельев В.И. Классификация эргатической системы // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 3. Ч. 2. URL: https://web.snauka.ru/issues/2015/03/50767 (Дата обращения: 15.04.2024).
3. Дорошенко В.А., Друк Л.В., Усачев М.С. Формирование системы нечеткого логического вывода для синтеза распределённых систем управления // Лесной вестник. 2012. № 2. С. 175-179.

УДК 004.4

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ RPA (ROBOTIC PROCESS AUTOMATION) В МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ

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»

В наши дни появляется все больше программных роботов. Каждый из нас сталкивался с автоматизированным помощником, к примеру, чат-ботом в онлайн-банке. Данное решение нацелено на освобождения человека от рутинных бизнес-процессов. Применяется программа, которая способна отвечать на распространенные вопросы, формировать отчеты, например – траты за месяц, уведомлять о чем-либо и предоставлять необходимую информацию. Но все же данное решение не является совершенным, поэтому чат-бот всегда может перенаправить человека к оператору по необходимому запросу.

Программный робот в онлайн-приложении является ярким примером применения технологии Robotic Process Automation. Robotic Process Automation (RPA) – технология автоматизации бизнес-процессов, основанная на применении программных роботов (software robots) и различного программного обеспечения [1]. Программный робот выполняет однотипные, повторяющиеся действия за человека при взаимодействии с ERP-системой.

В традиционных системах разработчиком создается определенный список действий для автоматизированного решения задач с использованием программных интерфейсов (API) или языка сценариев. В RPA-системах разрабатывается список действий, в зависимости от того, как пользователь выполняет ту или иную задачу в графическом пользовательском интерфейсе приложения.

В металлообработке, как и в других отраслях, так же довольно много однотипных и рутинных процессов. Главной задачей является применение программных роботов на производстве с целью уменьшения затрат, повышения качества и скорости обработки информации и минимизации участия человека в выполнении шаблонных задач.

Примеры применения RPA-технологий:

– взаимодействие с электронной почтой;
– работа с таблицами в Excel, копирование и преобразование данных;
– обработка и проверка на корректность информации;
– сравнение и валидация данных, математические вычисления;
– заполнение различных электронных форм;
– контроль и информирование поставщиков;
– формирование различных отчетов;
– формирование и обработка пакета документов при принятии на работу и увольнении [2, 3].

Программные роботы могут выполнять работу целых отделов на производстве, например – отдел закупок. Цифровой бот способен взаимодействовать с поставщиком, автоматически заполнять и отправлять заявку на покупку, самостоятельно отслеживать и производить фиксацию выполнения логических процессов, своевременно и корректно обновлять цены на товары. Можно использовать ботов для автоматизации задач управления запасами. В металлообработке, где присутствует большая номенклатура исходной и готовой продукции, рутинные операции с большим объемом информации применение RPA-технологий является перспективным направлением.

Всю информацию робот отправляет в общую информационную базу, по возможности сразу же заполняя таблицы с данными. Человеку остается, в такой ситуации, контролировать выполнение задач и работу робота. Применение в данной ситуации RPA-технологий значительно минимизирует временные затраты в отличие от самостоятельной организации процесса. Так же исключается человеческий фактор.

Применение программного робота возможно и в других сферах предприятия, где присутствует работа с информацией. Цифровой помощник может взаимодействовать с электронной почтой, вложенными файлами и распознавать файлы в формате pdf, jpg, excel.

В отличие от искусственного интеллекта, RPA-технологии следуют строгим правилам и алгоритмам, в них отсутствует механизм принятия решений. Обучение программных роботов идентификации проблемы и поиску решения по алгоритмам и данным не требуется.

К преимуществам RPA-технологий можно отнести:

– способность робота работать без отдыха;

– высокую скорость выполнения задач;

– масштабируемость;

– готовность RPA-технологий к крупным проектам;

– возможность освободить людей от выполнения монотонной работы и направить их усилия на реализацию более важных и сложных задач;

– алгоритмы RPA позволяют исключить человеческий фактор;

– высокую окупаемость RPA-систем.

Применение RPA-технологий позволяет повысить эффективность работы предприятия. Программные роботы являются эффективным инструментом по оптимизации и автоматизации производственных и бизнес-процессов. Чат-бот с искусственным интеллектом может предоставлять рекомендации по наличию продукции на производстве, кадровому и техническому обеспечению и обновлять данные в режиме реального времени. RPA-технологии так же позволяют обучить новых сотрудников или стажеров для дальнейшего перевода их на выполнение более сложных производственных задач.

Список литературы

1. Alok M.T. Learning Robotic Process Automation. Birmingham: Packt Publishing, 2018. 360 p.
2. Беломытцев И.О. Роботизированная автоматизация процессов (RPA) // Инновационная наука. 2021. В. 1. С. 17–19.
3. RPA, или Как спасти миллионы часов, убиваемых на рутинные задачи. URL: https://www.jetinfo.ru/rpa-ili-kak-spasti-millionychasov/ (Дата обращения: 18.04.2024).

УДК 674.05, 681.5

УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЗМОМ ПОДАЧИ ЛЕСОПИЛЬНОГО СТАНКА С САБЕЛЬНОЙ ПИЛОЙ

Ляпушкин Д.А., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
zek12000@mail.ru
Научный руководитель: Сиротов А.В., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства»

В МГТУ им. Н.Э Баумана на кафедре РК9 на протяжении нескольких лет ведутся работы по созданию и испытанию лесопильного оборудования нового типа, в конструкции механизма резания которого реализована возможность для пильных полотен совершать плоское вращательное, круговое, и, одновременно, поступательное движение [1]. Новое конструктивное

решение механизма резания при испытаниях, проведенных на кафедре ЛТ10 МФ МГТУ им. Н.Э Баумана, показало хорошие эксплуатационные показатели (низкий уровень шума и вибрации, небольшие габариты и вес, по сравнению с аналогичным оборудованием). Вместе с тем, эти же испытания показали, что механизм подачи станка нуждается в доработке [2].

Предлагается оснастить станок приводом подачи с асинхронным двигателем и преобразователем частоты для реализации функции плавного регулирования скорости подачи в широком диапазоне. Необходимость такого регулирования обусловлена следующим.

Во-первых, чем выше скорость подачи, тем выше производительность станка, но скорость подачи существенно влияет на качество обработанной поверхности.

Во-вторых, скорость подачи ограничена мощностью привода механизма резания и возможностью инструмента. При этом выбор оптимальной скорости подачи сводится к решению простых задач следующих типов:

– расчет наибольшей допустимой скорости подачи (производительности станка) из условия полного использования заданной (установленной) мощности движения главного привода;

– расчет наибольшей допустимой скорости подачи по заданному уровню качества обработки (обычно – параметру шероховатости обработанной поверхности);

– расчет наибольшей допустимой скорости подачи по работоспособности (предельным возможностям) режущего инструмента (прочности или жесткости режущего элемента, емкости транспортирующих стружку устройств и др.).

Были проведены предварительные расчеты допустимой скорости подачи нового лесопильного станка по всем трем критериям. Основная сложность при проведении расчетов заключалась в том, что в настоящее время отсутствует достаточно адекватное представление о траектории движения пильного полотна и фактической геометрии срезаемой стружки. Расчеты показали, что, несмотря на присутствие существенных упрощений при описании процесса резания, допустимая скорость подачи может существенно отличаться (в 3–4 раза) в зависимости от приоритетов (производительность или качество).

Выбор асинхронного двигателя в качестве приводного для нового лесопильного станка обусловлен простотой его конструкции и надежностью. Недостатком асинхронного двигателя до недавнего времени являлась относительная сложность регулирования частоты вращения. Однако, в настоящее время, для устранения этого недостатка в электроприводах стали широко использоваться преобразователи частоты (ПЧ). В настоящее время применяют либо векторное, либо скалярное управление электроприводом с асинхронным двигателем. Были рассмотрены достоинства и недостатки каждого из этих принципов управления [3]. Наибольшее распространение получило скалярное управление асинхронным двигателем, когда для управления достаточно удерживать постоянной скорость вращения ротора, и хватает сигнала обратной связи от датчика скорости. При этом скалярное управление позволяет добиться почти постоянного момента на валу в рабочем диапазоне частот независимо от частоты, однако на низких скоростях момент все же снижается. Векторное управление дает следующие преимущества: высокую точность управления скоростью вращения ротора (без датчика скорости на нем) даже в условиях динамически изменяющейся нагрузки на валу, при этом рывков не будет; плавное и ровное вращение вала на малых скоростях.

При выборе типа ПЧ для управления скоростью подачи лесопильного станка с сабельной пилой предпочтение было отдано преобразователям, основанным на скалярном принципе управления, как более экономичным, но имеющим достаточную точность поддержания заданной скорости вращения вала ротора.

Список литературы

1. Блохин М.А., Гаврюшина Н.Т., Сиротов А.В. Автоматизация и роботизация технологии лесопиления: учебное пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. 70 с.

2. Блохин М.А., Гаврюшина Н.Т., Сиротов А.В. Основы прикладных научных исследований при создании нового лесопильного оборудования: учебное пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. 111 с.
3. Повный А. Скалярное и векторное управление асинхронными двигателями – в чем различие? URL: www.electricalschool.info. (Дата обращения 01.05.2024)

УДК 621.373.826

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ДРЕВЕСИНУ

Назаров С.Ю., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
semka_sk@mail.ru
Научный руководитель: Пеньков И.В., ст. преподаватель
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

При рассмотрении воздействия лазерного излучения на брусок древесины сосны возможно применение модели, которая позволит определить и оптимизировать технические характеристики лазерного оборудования.

В ходе экспериментов было выявлено, что лазерный нагрев древесины является локальным нагревом поверхности, который подчиняется закону Фурье. Дифференциальная форма закона теплопроводности Фурье позволяет определить локальную плотность теплового потока, которая зависит от теплопроводности материала и градиента температуры. Для моделирования излучения на поверхности древесины было принято решение использовать закон теплопроводности Фурье и неоднородное уравнение теплопроводности с граничными условиями. При этом были учтены свойства древесины, такие как плотность, теплоемкость, теплопроводность и коэффициент отражения.

Моделирование и расчёт нагрева объекта был произведён в программном пакете COMSOL Multiphysics 6.1 [1].

Для оценки теплопередачи через брусок древесины было применено уравнение теплопереноса для цилиндрических оболочек.

Дифференциальная форма закона теплопроводности Фурье показывает, что локальная плотность теплового потока q равна произведению теплопроводности и отрицательному локальному градиенту температуры. Плотность теплового потока – это количество энергии, которое протекает через единицу площади в единицу времени [2]:

$$q = -k * gradT$$

где q – локальная плотность теплового потока, Вт/м^2; –k – проводимость материала, Вт/(мК); gradT – градиент температуры, К/м.

Для многих простых приложений закон Фурье используется в одномерном виде, например, в направлении x:

$$q_x = -k\frac{dT}{dx}$$

Проводимость через цилиндрические оболочки (например, трубы) может быть рассчитана по внутреннему или внешнему радиусу, длине и разности температур между внутренней и наружной стенкой.

Площадь поверхности цилиндра определяется по формуле

$$A_r = 2\pi rl\ .$$

При применении уравнения Фурье (2) принимает вид:

$$Q = -kA_r \frac{dT}{dr} = -2k\pi l \frac{dT}{dr};$$
$$Q \int_{r1}^{r2} \frac{1}{r} dr = -2kl \int_{T1}^{T2} dT \quad .$$

Уравнение теплопереноса с однородными граничными условиями определяется по формуле:

$$pC_p \left(\frac{dT}{dt}\right) + pC_{pu}DT + D_q = Q + Q_{ted} \ ,$$

где p – плотность материала; C_p – удельная теплоемкость материала; dT/dt – изменение температуры по времени; pC_{pu} – плотность материала; DT – градиент температуры; D_q – тепловое потребление или выделение; Q – теплопотери или теплопереход, Q_{ted} – внешнее теплопоступление.

По итогам моделирования получаем следующие результаты: карту градиента нагрева и теплопроводности, на которой видна точечная локальная область высокого нагрева в предполагаемой точке фокуса лазерного излучения; график теплопроводности, на котором виден спад теплопроводности с увеличением глубины прогрева области и изменением нагрева вследствие разрушения материала; график градиента температуры, на котором виден спад температуры с течением глубины прогрева области и изменения теплопроводности.

Результат моделирования подтверждает теорию, что для качественного реза и получения эстетически качественных кромок необходимо: высокое качество оборудования для обеспечения малого диаметра лазерного луча; возможность управлением временными параметрами излучения; обязательное наличие средств охлаждения области реза.

Список литературы

1. COMSOL: официальный сайт. URL: https//www.comsol.com/multiphysics (Дата обращения 15.02.2024).
2. Евтихиев Н.Н. Очин О.Ф., Бегунов И.А. Лазерные технологии. Долгопрудный: Интеллект, 2020. 237 с.

УДК 621.8

СЕПАРАЦИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ МЕТОДОМ

Пискорский А.В., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»
pav120901@yandex.ru
Научный руководитель: Пеньков И.В., ст. преподаватель
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Использование смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) в промышленности имеет решающее значение для поддержания оптимальных условий эксплуатации и повышения производительности. Однако наличие загрязняющих веществ в СОЖ создает серьезную проблему, приводящую к снижению производительности, увеличению затрат на техническое обслуживание и экологическим проблемам [1].

Традиционные методы разделения часто не обеспечивают эффективного удаления загрязняющих веществ, что побуждает к изучению инновационных подходов. В работе

предлагается применение электромагнитных методов сепарации СОЖ с целью повышения эффективности и рентабельности при обработке магнитных материалов, таких как сталь, в промышленных условиях.

Промышленные СОЖ подвержены загрязнениям из мелкодисперсных примесей металлов, остатков масла и твердых частиц. Традиционные методы разделения, такие как фильтрация и центрифугирование, имеют ограничения в эффективном удалении загрязнений микронного размера и эмульгированных масел. Более того, эти методы часто требуют частого технического обслуживания и расходных материалов, что приводит к простоям в эксплуатации и увеличению затрат. Постоянное присутствие загрязняющих веществ не только ухудшает производительность оборудования, но и вызывает опасения по поводу окружающей среды из-за неправильной практики утилизации [2].

Для достижения эффективного разделения СОЖ предлагается решение, которое заключается в совместном использовании традиционных методов и электромагнитных принципов при обработке материалов с магнитными свойствами. Методы электромагнитного разделения обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными методами, в том числе:

– лучшее удаление металлических загрязнений: электромагнитные методы могут воздействовать на загрязняющие вещества с магнитными свойствами, такие как частицы железа и стали, эффективно удаляя их из смеси охлаждающей жидкости;

– потенциал для автоматизации: благодаря достижениям в области технологий автоматизации, электромагнитные системы разделения охлаждающей жидкости могут быть оснащены датчиками и механизмами управления для мониторинга и регулировки параметров разделения в режиме реального времени;

– экономическая эффективность: хотя первоначальные затраты на установку электромагнитных сепараторов могут быть выше, чем при использовании традиционных методов, долгосрочные преимущества, включая снижение затрат на техническое обслуживание, увеличение срока службы оборудования и повышение эффективности эксплуатации, оправдывают инвестиции [3].

На данный момент существуют готовые модели сепарации СОЖ, но на данных моделях используются постоянные магниты. Недостаток этого метода в том, что очистка производится с помощью скребка, который не полностью счищает микрочастицы металлов с магнита.

Алгоритм работы электромагнитного сепаратора охлаждающей жидкости включает в себя ряд шагов, направленных на эффективное отделение загрязняющих веществ от смеси охлаждающей жидкости и выглядит следующим образом: инициализация – подача охлаждающей жидкости – создание магнитного поля – улавливание загрязняющих веществ – отключение электромагнита – очистка сепаратора – возврат чистой СОЖ в резервуар – техническое обслуживание – регистрация и анализ данных.

Внедрение электромагнитных методов разделения смазочно-охлаждающей жидкости представляет собой особое направление для решения проблем, связанных с удалением загрязнений в промышленных системах охлаждения. Простота эксплуатации и процесса удаления загрязнений подтверждает практичность, эффективность и универсальность этого подхода в промышленном применении.

Список литературы

1. Ким А.С., Юрченко В.В., Матешов А.К., Тилеубайулы Н., Бокижанов А.Б. Анализ способов очистки технологических жидкостей, применяемых при механической обработке различных материалов. Казахстан: Изд-во «НАО КТУ им. А. Сагинова», 2023. 45 с.

2. Кристя С.А., Худошина М.Ю. Анализ эффективности методов и средств очистки и регенерации СОТЖ (СОЖ) при механической обработке. Москва: Изд-во МТГУ «СТАНКИН», 2012. 180 с.

3. Масюткин Д.Е., Сороколетов П.В. Использование магнитного поля для повышения эффективности очистки вязких сред. Керчь: Изд-во ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2016. 218 с.

УДК 621.521

РАСЧЕТ И ВЫБОР ВАКУУМНОГО НАСОСА ДЛЯ ЗАГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНОГО МАНИПУЛЯТОРА

Швецов Д.Ю., студент
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»
assassinscreed2510@yandex.ru
Научный руководитель: Пеньков И.В., ст. преподаватель
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

В свободном доступе присутствует различная информация о расчетах вакуумных систем и вакуумных контуров. Они дают возможность просчитать теоретическое давление внутри системы, основываясь на общих данных. Но полноценных источников с решением проблемы подбора вакуумного оборудования практически нет. В частности, это относится к расчетам для выбора вакуумного насоса. Цель данной работы – систематизация информации о расчете вакуумных насосов для последующего описания конкретных шагов по его выбору. Приведен подбор насоса для вакуумного загрузочно-разгрузочного манипулятора, перемещающего мебельные щиты на обрабатывающий станок.

Данные о насосах обычно прописаны производителями в технической документации. В большинстве случаев указаны следующие параметры: тип, производительность, мощность, предельное остаточное давление, частота вращения, напряжение и количество фаз двигателя, уровень шума, вес и размер. Основные характеристики для расчета – производительность и давление [1].

Объем и время входят в формулу быстроты действия,

$$S = \frac{dV}{dt},$$

где S – быстрота действия насоса; V – объем, t – время.

Быстрота действия – объемный поток через входной порт насоса. В случае если *S* остается постоянной во время откачки, используется отношение приращений. Производители обозначают быстроту в м^3/ч, но также она может измеряться в м^3/с, л/с или см^3/с.

Самый простой и действенный способ рассчитать производительность – через формулу эффективной быстроты. При постоянной быстроте S_{eff} давление p(t) в камере уменьшается со временем [2].

$$-\frac{dp}{dt} = \frac{S_{eff}}{V} * p,$$

где p – давление, t – время, S_{eff} – производительность, V – объем.

Эта формула показывает эффективность откачки камеры в области низкого вакуума, т.е. в диапазоне от 1 до 1000 мбар. Если начальное давление равняется одной атмосфере или 1013 мбар, а начальное время *t=0*, тогда:

$$\int_{1013}^{p} \frac{dp}{p} = -\frac{S_{eff}}{V} * t;$$

$$\ln\frac{p}{1013} = -\frac{S_{eff}}{V}t\,;$$

$$S_{eff} = \frac{V}{t} * \ln\frac{1013}{p} = \frac{V}{t} * 2.3 * \log\frac{1013}{p}\,,$$

где p – давление; S_{eff} – быстрота; V – объем; t – время.

При введении безразмерного коэффициента:

$$\sigma = \ln\frac{1013}{p} = 2.3 * \log\frac{1013}{p}\,,$$

где p – давление; σ – безразмерный коэффициент.

Формула эффективной быстроты будет выглядеть как зависимость от времени.

$$S_{eff} = \frac{V}{t} * \sigma,$$

где p – давление, S_{eff} – быстрота, V – объем, t – время, σ = безразмерный коэффициент.

Отношение V/S_{eff} обычно обозначается как постоянная времени τ. Таким образом, время откачки вакуумной камеры от начального атмосферного давления до необходимого определяется как [3]:

$$t = \tau * S,$$

где t – время, τ – постоянная времени, S – скорость откачивания.

Объем откачки внутри присосок рассчитывается исходя из объема под присосками. Для 2 присосок модели Camozzi FSGPL 120 мм объем под обоими присосками будет равен 0,0003 м^3. В нормальных условиях время откачки не должно превышать 1,6 с. Отрицательное давление желательно не ниже 65 кПа форвакуума.

Вычисляется быстрота откачки в м^3/с. Тогда:

$$S_{eff}\,\frac{0.0003*2.3\log\frac{1013}{650}}{1.6} = 0{,}3\ \text{м}^3/\text{ч},$$

где S_{eff} – быстрота откачки.

Так как это довольно малая производительность, для выбора были подобраны мини-вакуумные насосы малых габаритов. При таких малых значениях нельзя выбрать нужный тип, так как принцип работы слабо влияет на время и объем откачки. Поэтому для технологического процесса вакуумного манипулятора подходит любой насос с производительностью 5 л/мин. Примером может служить модель Z512-605.

Таким образом, для загрузочно-разгрузочного манипулятора для деревообрабатывающего станка с числовым программным управлением подходит любой вакуумный насос с производительностью 0,3 м^3/ч. Такая производительность может быть достигнута любым мини-вакуумным насосом с малыми габаритами.

Список литературы

1. Розанов Л.Н. Вакуумная техника. М.: Высшая шк., 2007. 391 с.
2. Херманн А., Больц А., Бой Г., Домен Г., Гоголь К., Джоришь В., Моннинг В., Ханц-Джурген Мундингер, Ханц-Дайтер О., Вилли Ш. Основы вакуумной технологии / под общей редакцией Умрат У. URL: https://leyficon.ru/pdf/osnovi-vakuumnoi-techniki-leybold.pdf (Дата обращения 01.05.2024).
3. Лубенец В.Д., Васильев В.И., Автономова И.В., Беляев Л.А. Механические вакуумные насосы. М.: Машиностроение, 1980. 52 с.

РАЗДЕЛ «ОТДЕЛЬНЫЕ СЕКЦИИ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА»

СЕКЦИЯ «ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-РЕАБИЛИТАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 58.002

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ТЕПЛИЦА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ В НАСТРАИВАЕМЫХ ПОСРЕДСТВОМ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ УСЛОВИЯХ

Агапова А.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
agapovaad1@student.bmstu.ru,
Гуляева А.Ю, студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
gulyaevaayu@student.bmstu.ru,
Кузьмененкова А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
kuzmenenkovaaa@student.bmstu.ru
Чаплыгин С.Н., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
chaplyyginsn@student.bmstu.ru,
Научный руководитель: Попутников И.В., вед. электроник, ассистент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
poputnikoviv@yandex.ru

В наше время общество стремится к повсеместной автоматизации, которая охватывает все сферы нашей жизни. Тем не менее, выращивание растений по сей день остается трудоёмким занятием, требующим систематического контроля состояния растений и ухода за ними. Чтобы облегчить данные задачи, мы разработали модульную теплицу для выращивания растений в домашних условиях, в которой предусмотрено дистанционное управление посредством приложения. На странице с теплицами (в приложении) отображаются текущие показатели датчиков и есть возможность задавать им целевые показатели. Также предусмотрена модульность, которая даёт возможность выращивания различных культур в разных отсеках(модулях) теплицы, и дистанционное управление микроклиматом каждого из модулей.

Наша теплица эффективно использует ресурсы за счёт модульности, которая позволяет расходовать ровно столько электроэнергии, сколько требуется на каждое конкретное растение. Также, модульность полезна тем, что она позволяет:

1)Подключить дополнительные модули для растений с другими климатическими потребностями.

2)Выставить для каждого модуля свои параметры, обеспечивая таким образом отдельный микроклимат внутри каждого из них.

3)Наблюдать состояние растений из разных модулей теплицы на одном сайте.

Благодаря возможности контроля и корректировки параметров температуры, влажности и освещения обеспечивается урожайность и качество продукции.

Некоторым растениям требуются особенные условия, и умная теплица поможет подобрать нужные параметры с помощью справочника и выставить рекомендованные температуру, влажность и освещение. Кроме того, описываемая разработка предоставляет возможность автономного выращивания растений за счёт автополива, что дает пользователю возможность оставить растения на несколько дней.

Отличие от аналогов, таких как Умная теплица OMEGAGROW, Умная теплица Fibonacci AG-8 [1], Умная теплица ЙоТик М2 [2], состоит в том, что в ней предусмотрено добавление

дополнительных модулей с возможностью подключения к единой системе. Кроме того, предполагаемая стоимость умной теплицы будет ниже, чем у аналогов.

Модульная теплица — это инновационное решение, которое позволяет выращивать растения в настраиваемых посредством web приложения условиях. Благодаря использованию современных технологий и автоматизации процессов, пользователь может контролировать и изменять освещение, температуру, влажность и другие параметры окружающей среды для оптимального развития своих растений. Это означает, что даже если у вас нет доступа к открытому грунту или у вас недостаточно места для традиционной теплицы, модульная система позволит вам создать настраиваемую среду для выращивания растений. Модульные теплицы также отличаются комплектацией, которая может быть настроена согласно предпочтениям и требованиям пользователя. Выращивание растений в модульной теплице с настраиваемыми условиями, управляемыми через web приложение, имеет ряд преимуществ.

Во-первых, это позволяет оптимизировать режимы освещения, температуры и влажности под конкретные потребности каждого вида растений. Различные культуры требуют разных условий для роста и развития, и настраиваемые параметры позволяют удовлетворить эти потребности.

Во-вторых, возможность изменять условия в реальном времени при помощи web приложения значительно упрощает процесс выращивания растений. В случае неожиданных изменений погоды или других факторов, можно быстро отреагировать и адаптировать условия в теплице для минимизации негативного влияния на растения.

Список литературы

1. Домашняя теплица Fibonacci. URL: http://nanojam.ru/products/fibonacci-ag-8 (Дата обращения 30.03.2024)
2. Умная теплица Йо Тик. URL: https://mgbot.ru/catalog/obrazovatelnye_nabory_iot/nabor_umnaya_teplitsa_yotik_m2/ (Дата обращения 30.03.2024)

УДК 004.89

ВЕБ-САЙТ С ТЕХНОЛОГИЯМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ УЧЕБНЫХ ЗАДАНИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМИ

Ахмеров Д.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
akhmerovdi@student.bmstu.ru
Омарова З.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
omarovazr@student.bmstu.ru
Пронин В.К., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
proninvk@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Попутников И.В., вед. электроник, ассистент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
poputnikoviv@yandex.ru

Проект представляет собой динамический веб-сайт с встроенным генеративным искусственным интеллектом организации OpenAI, позволяющим генерировать учебные задания по запросам преподавателей.

Главное преимущество этого проекта заключается в повышении эффективности использования рабочего времени благодаря быстрому генерированию учебных заданий. Это дает возможность снизить рабочую нагрузку преподавателей, заняться другими аспектами

профессии, соблюсти баланс работы и жизни (на английском языке - work-life balance), столь необходимый для поддержания физического и психического здоровья [1].

Прежде чем применять технологии искусственного интеллекта, провели исследование, взяв за основу три нейросети: YandexGPT, GigaChat, ChatGPT 3.5, проверили:

- максимальное количество сгенерированных задач,
- подробность их решения,
- правильность ответа.

Также изучили возможность работы с разными дисциплинами, такими как:

- физика,
- теория вероятностей,
- английский язык,
- программирование и другие.

В ходе исследования было выяснено, что наиболее подходящим решением для проекта является ChatGPT 3.5.

На веб-странице преподаватель вводит необходимые данные и условие задачи и получает сгенерированные варианты, которые можно сохранить. Если ему не понравится ответ, он может обновить результаты. Есть возможность посмотреть историю запросов по предметам в отдельной вкладке.

Проект был разработан на стеке технологий с использованием следующих языков программирования: HTML, CSS, JavaScript и Python, фреймворков Bootstrap, Flask, Next.js, Django [2], Rest API, OpenAI API, библиотеки React [3], SQLite.

Данный сайт предназначен для облегчения работы преподавателей. Он по запросу сгенерирует нужное количество задач, даст ход решения и правильный ответ.

Список литературы

1. Work-Life Balance. URL: https://sbergraduate.ru/live_updates/work-life-balance/(Дата обращения 08.04.2024).
2. Создание Django API используя Django Rest Framework. URL: https://web.archive.org/web/20240121115300/https://webdevblog.ru/sozdanie-django-api-ispolzuya-django-rest-framework-apiview/.(Дата обращения 08.04.2024).
3. React. URL: https://react.dev. (Дата обращения 08.04.2024).

УДК 004.93

СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВИДЕОСТУДИЕЙ НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO И ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПОТОКОВОЙ ПЕРЕДАЧИ ВИДЕО

Ахтямов Э.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
aear22ts004@student.bmstu.ru
Кривошеева П.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
krivosheevaps@student.bmstu.ru
Куянов Д.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
kuyanovds@student.bmstu.ru
Савенкова Д.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
sdm2ts026@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Константинов М.Д., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр

В условиях стремительного развития цифровых технологий и возрастающего спроса на качественный видеоконтент, автоматизация процессов в видеостудии выходит на первый план. В данной работе рассматривается проект создания автоматизированной системы управления видеостудией, основывающейся на использовании платформы Arduino.

Проект направлен на решение текущих задач управления видеостудией, таких как автоматизация управления камерами, освещением. Система предлагает интеграцию микроконтроллеров Arduino для контроля над оборудованием студии, что позволяет достичь нового уровня гибкости и оперативности в работе [1, 2].

Ключевыми функциями разработанной системы являются автоматическое управление видеокамерами, адаптивное управление освещением в зависимости от заданных сценариев съемки. Особое внимание уделяется интерфейсу пользователя, обеспечивающему легкость и удобство управления всеми компонентами системы.

Разработка автоматизированной системы управления видеостудией на базе Arduino открывает новые перспективы для производства видеоконтента, значительно упрощая процесс съемки и повышая общую продуктивность работы студии. Таким образом, представленное решение не только оптимизирует рабочие процессы, но и способствует повышению качества финального продукта [3].

Список литературы

1. Дмитрий Кораблев: Освещение при фотосъемке. URL: https://www.labirint.ru/books/308203/ (Дата обращения 21.03.2023).
2. Управление светом. URL: https://www.fotosklad.ru/expert/photo/article/upravlenie-svetom-softboksy-zonty-i-reflektory.html электронный ресурс (Дата обращения 21.03.2023).
3. Arduino. URL: https://amperka.ru/page/what-is-arduino (Дата обращения 21.03.2023).

УДК 681.5

РАЗРАБОТКА РАДАРНОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОРОЖНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЛАБОСЛЫШАЩИХ ВЕЛОСИПЕДИСТОВ

Валеев М.А., студент.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
misha.valeev2011@yandex.ru
Осада Е.В., студент.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
evgenii.osada@yandex.ru
Савостьянов Е.А., студент.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
egorsv2004@yandex.ru
Научный руководитель: Константинов М.Д., зам. директора, ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр

С увеличением числа велосипедистов на дорогах возникает необходимость в разработке систем безопасности, адаптированных к особым потребностям, таким как потребности слабослышащих людей. В рамках данного проекта предложена концепция и предварительная разработка радарной системы предупреждения, которая может значительно уменьшить риск дорожно-транспортных происшествий среди слабослышащих велосипедистов.

Данная публикация описывает подход к детектированию приближающихся транспортных средств с использованием радиоволнового радара. В ней приводятся результаты исследований, демонстрирующих эффективность радарных систем в других приложениях, и адаптация этих систем для использования в условиях городского дорожного движения.

Радар создан на базе Arduino [1] и состоит из трёх разнонаправленных микрофонов, охватывающих область сзади, слева и справа от велосипедиста. Корпус модели разработан при помощи сайта UltiMaker Thingverse [2] и напечатан на 3D-принтере. Микрофоны измеряют уровень громкости – если он превышает заданный порог, на светодиодной матрице радара[3] загорается лампочка, предупреждая велосипедиста о возможной опасности.

Проект включает в себя создание прототипа радара на базе Ардуино с компактными размерами и низким энергопотреблением, который можно легко интегрировать в конструкцию велосипеда. Прототип в дальнейшем испытывается в различных дорожных условиях для оценки его надежности и эффективности.

Анализируется потенциальное влияние системы на поведение велосипедистов и окружающих участников дорожного движения. Рассматриваются вопросы интеграции системы в существующие инфраструктуры дорожного движения и возможности ее масштабирования.

Радарная система предупреждения представляет собой многообещающее решение для улучшения безопасности слабослышащих велосипедистов. Она обеспечивает дополнительный уровень защиты, помогая предотвратить столкновения и снизить количество дорожно-транспортных происшествий.

Список литературы

1. Ревич Ю.В. Занимательная электроника. Санкт-Петербург: Изд-во BHV-СПб, 2021. 752 с.
2. UltiMaker Thingiverse URL: https://www.thingiverse.com/ (Дата обращения 03.04.2024).
3. OSOYOO URL: https://osoyoo.com/2017/07/15/8x8-led-matrix/ (Дата обращения 03.04.2024).

УДК 681.58

РАЗРАБОТКА ПОРТАТИВНОГО СТОЛА СО СТАБИЛИЗАЦИЕЙ НА ПЛАТФОРМЕ ARDUINO И УПРАВЛЕНИЕМ НА БАЗЕ ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЯ.

Исмайлов А.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
sashaonlineismailov@gmail.com
Мефодьев И.Н., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
creatoreli8@gmail.com
Овчинников И.О., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
zealot074@gmail.com
Толасов Е.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
tolegor898@gmail.com
Научный руководитель: Попутников И.В., вед. электроник, ассистент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр

В современном мире все больше профессий переходит в цифровую среду. Однако не исчезают профессии, требующие совмещения умственного труда с пребыванием вне удобного кабинета. К примеру, прораб или картограф. Возникает потребность в появлении мобильных приспособлений для работы с документами, схемами, ноутбуками. Одним из таких устройств может стать мобильный стол, который позволит иметь статичную относительно горизонта поверхность в любом месте.

Данный проект основан на идее стабилизации, активно применяемой в профессиональной видеосъёмке, но переносит ее на обычный стол. При этом, стол крепится к телу самого пользователя, делая его независимым от типа поверхности, на которой он находится. Основой стабилизации является платформа Arduino, известная своей простотой, огромным количеством инструкций и множеством дополнительных модулей.

В частности, в проекте был использован гироскоп, отправляющий данные о своем положении в пространстве в режиме реального времени [1]. Процессор Arduino, обрабатывая эти данные, отправляет соответствующие команды на двигатели, поддерживая тем самым стол в заданном положении. Одновременно появляется возможность фиксировать стол в различных позициях, отправляя соответствующие команды на шаговые двигатели. К примеру, можно сделать строго горизонтальную поверхность, а можно превратить стол в переносную кафедру.

При этом, стол имеет возможность управления при помощи Android-приложения [2]. Это необходимо для калибровки стола, а также обеспечивает возможность гибкой настройки стола под конкретные нужды пользователя.

Связь стола с мобильным телефоном осуществляется посредством Bluetooth-соединения [3]. Для этого на плату Arduino устанавливается дополнительный модуль, способный принимать и отправлять сигналы. Для оптимизации связи и обеспечения быстродействия используются короткие команды, позволяющие минимизировать объем передаваемой информации.

В итоге, проект портативного стола позволит улучшить условия труда многим людям за счет своей простоты и функциональности. Надо добавить, что платформа обладает большим потенциалом для расширения функционала в зависимости от потребностей будущих пользователей.

Список литературы

1. Работа с Arduino и MPU6050. URL: https://alexgyver.ru/arduino-mpu6050/ (Дата обращения 11.04.2023).

2. Гриффитс Д., Гриффитс Д. Head First. Программирование для Android. 2-е изд. СПб.: Питер, 2018. 912 с.
3. Блютуз подключение в Android проект для Arduino. URL: https://youtu.be/gvjhXLSLB9E (Дата обращения 12.04.2023).

УДК 004.93

ПОРТАТИВНОЕ МУЛЬТИЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ FM-СИСТЕМ С ФУНКЦИЕЙ ОДНОВРЕМЕННОЙ ЗАРЯДКИ НЕСКОЛЬКИХ ПРИЕМНИКОВ

Рабинович А.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
rabinovichad@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Константинов М.Д., зам. директора, ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр

Современные FM-системы широко используются для передачи звука на расстоянии, особенно в области образования и медицины. Однако, одной из проблем использования FM-систем является ограниченное время автономной работы приемников. Для решения этой проблемы предлагается создание портативного мультизарядного устройства, способного одновременно заряжать несколько приемников, с индикатором готовности заряда.

Для создания портативного мультизарядного устройства для FM-систем с функцией одновременной зарядки нескольких приемников будут использованы следующие методы:

- Разработка электрической схемы устройства и проведение тестирования [1].
- Анализ результатов тестирования и внесение необходимых корректировок.

Портативное мультизарядное устройство для FM-систем с функцией одновременной зарядки нескольких приемников и индикатором готовности заряда позволит пользователям удобно контролировать состояние заряда приемников, повышая эффективность использования FM-систем.

Разработка такого устройства имеет большой потенциал для применения в различных областях, где используются FM-системы. Это может быть особенно полезно для людей с нарушениями слуха, а также для преподавателей и специалистов в области образования. Индикатор готовности заряда является важной функцией, которая обеспечит пользователей информацией о текущем состоянии заряда приемников. Это повысит удобство использования устройства и позволит своевременно заботиться о его зарядке.

Портативное мультизарядное устройство для FM-систем с функцией одновременной зарядки нескольких приемников и индикатором готовности заряда представляет собой инновационное решение, которое повысит удобство использования FM-систем и обеспечит пользователям контроль над состоянием заряда своих приемников.

Список литературы

1. Подключение датчика тока. URL: https://robotchip.ru/podklyuchenie-datchika-toka-acs712-k-arduino/ (Дата обращения 22.03.2023).

СЕКЦИЯ «СТУДЕНЧЕСКАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ»

УДК 535.56

ИССЛЕДОВАНИЕ ВРАЩЕНИЯ ПЛОСКОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ В ОПТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СРЕДАХ

Давлетшина Р.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
rena.davletshina@yandex.ru
Иванова В.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
ivanova.vlada.2004@yandex.ru
Научный руководитель: Гладышева Я.В., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Для развития научных исследований в биологии и медицине необходимо использовать современные аналитические методы измерения различных характеристик объектов. В последнее время особенно актуальны оптические методы исследования сред, основанные на явлениях, связанных с поляризацией света. Так исследование вращения плоскости поляризации света дает важную информацию для понимания внутренней молекулярной структуры различных химических и биологических объектов.

Свет представляет собой электромагнитную волну, колебания которой происходят в различных плоскостях равновероятно. Колебания можно упорядочить с помощью специальных оптических устройств - поляризаторов. Свет, проходя через линейный поляризатор, становится плоскополяризованным, так как колебания светового вектора происходят в одной плоскости. Плоскость, перпендикулярная к плоскости колебаний - плоскость поляризации [1]. Существует класс веществ, способных проворачивать плоскость поляризации света, такие вещества называют оптически активными. Опытным путем Ж.Б. Био в 1815 г. установил, что в оптически активных веществах угол поворота плоскости поляризации φ прямо пропорционален толщине слоя раствора $\imath$, концентрации оптически активного вещества $\mathbb{C}$, а также зависит от коэффициента α, называемого удельным вращением плоскости поляризации [2]:

$$\varphi = \alpha \mathbb{C} \imath \tag{1}$$

Для проведения опытных исследований была создана экспериментальная установка, демонстрирующая вращение плоскости поляризации, состоящая из двух вращающихся с постоянной угловой скоростью поляризаторов, светодиодной лампы, цилиндрических колб (3 шт.), водных растворов сахара, фруктозы и глюкозы (одинаковой концентрации). Данные растворы являются оптически активными. Оптическая активность веществ связана с особенностями их молекулярной структуры. Она обусловлена наличием хиральности в молекулах веществ. Хиральность – это свойство молекулы не совпадать с ее зеркальным отражением. Взаимодействие электромагнитной волны с хиральными молекулами приводит к повороту плоскости поляризации света.

Экспериментально было установлено, что водный раствор фруктозы поворачивает плоскость поляризации против часовой стрелки, а раствор глюкозы, так же как и раствор сахара, поворачивает плоскость поляризации по часовой стрелке. Был рассмотрен различный угол поворота плоскости поляризации при различных растворах, и было установлено, что наибольшей вращательной способность обладает фруктоза, так как угол поворота плоскости поляризации был наибольший при одинаковых начальных условиях. Также наблюдались радужные спирали по поверхности цилиндрической колбы во всех трех растворах из-за дисперсии света.

Исследованный в работе эффект поворота плоскости поляризации света применяется на производстве для определения концентрации сахара в напитках. Также вращение плоскости

поляризации инфракрасного излучения может быть применено для неинвазивного определения концентрации глюкозы в крови. Данное применение будет рассмотрено в следующем исследовании.

Список литературы

1. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5 т. Т. 4. Волны. Оптика: учебное пособие. 5-е изд., испр. СПб.: Издательство «Лань», 2021. 256 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учебное пособие для вузов. В 5 т. Т. 4. Оптика. 3-е изд., стереот. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. 792 с.

УДК 681.787.7

СОЗДАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ИНТЕРФЕРОМЕТРА ТАЛЬБОТА

Дуденкова Ю.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
j.dudenkova04@mail.ru
Кочнов А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
kochnov.a@internet.ru
Сенникова А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
anastasiiass@mail.ru
Научный руководитель: Щетинин Г.А., ст. преподаватель
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 Уильям Генри Фокс Тальбот. Освещая дифракционную решетку малым источником белого света, он наблюдал за структурными повторениями чередующихся цветных полос дополнительных цветов, по форме напоминающих щели исследуемых решеток на определенных расстояниях. Примерно полвека спустя, в 1881 г., лорд Рэлей первым доказал, что это явление является следствием дифракционной интерференции высокопространственно когерентных (плоских) волн на решетках [1].

На основе принципа самовоспроизведения структуры решетки в ее дифракционном поле созданы интерферометры Тальбота-Лоу и Капицы-Дирака-Тальбота-Лоу. В рассматриваемых интерферометрах световые лучи, проходя через последовательно расположенные дифракционные решетки, дифрагируют, создавая интерференционные картины на экране. Исследования показали, что данные модели представляют собой наиболее эффективный подход для изучения волновых характеристик крупных молекул, благодаря способности работать с волнами низкой интенсивности при относительно невысокой пространственной когерентности пучка [2]. В интерферометре Тальбота-Лоу используются три идентичные нанорешетки, расстояние между которыми равно или кратно длине Тальбота [3].

Рассматриваемая в рамках работы модель состоит из системы двух дифракционных решеток или из дифракционной решетки и преграды, расположенных на определенном расстоянии друг от друга, двух зеркал, симметрично расположенных относительно центральной оси, а также экрана и источника света.

Программа обладает элементарным пользовательским интерфейсом для задания параметров всех элементов установки: длины волны излучаемого света, габаритов решеток, их типа и количества штрихов на мм, положения относительно первой решетки. Далее задаются размеры обеих дифракционных решеток (или же, решетки и преграды), их положение относительно оси симметрии, а также параметры зеркал: их длины и положение. В заключении

задается разрешение экрана и параметры отрисовки, такие как линейный и угловой шаги генерации лучей для настройки точности.

Моделирование производится посредством создания набора лучей, задающихся начальной координатой и углом их выхода из точки, расположенной до первой решетки, а также последующей их обработки. Расчет проводится при последовательной проверке каждого луча на пересечение с каждым из элементов установки и, в зависимости от вида элемента (зеркало, преграда и т.д.) и расстояния до точки пересечения с ним, создании новых лучей или их поглощении. В дальнейшем проводится отрисовка лучей на экране с различной интенсивностью с учетом пройденного ими пути l. Дляпостроенияграфикараспределенияинтенсивностилучей, пришедшихнаэкран, былаприменена следующаяформула:$I = I_0 \cdot cos^2\left(\frac{2\pi}{\lambda} * l\right)$. Вычисление пересечения происходит на основе формул пересечения прямых линейной алгебры. Опционально, с учетом параллельности всех объектов осям координат, точку пересечения можно найти как (x_1, y_{elem}), где x_1 определяется формулой $x_1 = x_0 + tan(\phi) * (y_{elem} - y_0)$.

Программа позволяет исследовать различные конфигурации и параметры устройства для их оптимизации, может служить для изучения интерферометра Тальбота и обучения студентов, поскольку предоставляет возможность визуального моделирования и, как следствие, понимания принципов работы устройства.

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. № 5 (1). pp. 83-130.
2. Gerlich S. et al. Quantum interference of large organic molecules // Nature communications. 2011. № 2 (1). DOI: 10.1038/ncomms1263.
3. Смирнов Е.В. Изучение волновых свойств крупных молекул с помощью интерферометра Капицы-Дирака-Тальбота-Лоу // Необратимые процессы в природе и технике. 2023. С. 320-322.

УДК 537.622.4, 537.623, 537.624.4

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ МАТЕРИАЛОВ ДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОГО ЗАПОМИНАЮЩЕГО ОСЦИЛЛОГРАФА

Кочнов А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»,
kochnov.a@internet.ru
Сенникова А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
anastasiiass@mail.ru
Научный руководитель: Лукин К.Б., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

При измерении и расчёте характеристик магнетиков по амплитудным значениям напряжённости H и индукции B магнитного поля теряется информация о их промежуточных значениях, то есть о нелинейной зависимости магнитной проницаемости от напряжённости H магнитного поля.

Динамический метод измерения характеристик магнетиков при гармонически меняющемся напряжении на входах измерительного трансформатора [1] позволяет за интервал времени возрастания или убывания этого напряжения измерить линейные или нелинейные зависимости характеристик магнетиков от напряжённости H магнитного поля в них.

Расчёт [1] эквивалентной схемы измерительного стенда [2] символическим методом комплексных амплитуд цепи с взаимной индуктивностью $M = (L_1/L_2)^{1/2}$ между первичной и

вторичной обмотками измерительного трансформатора, имеющего индуктивности соответственно L_1, L_2, приводит для магнитопровода из стали к зависимости фазового сдвига $\Delta\varphi$, между напряжением U_R на сопротивлении резистора R_1 в цепи первичной обмотки и напряжением U_C на емкости конденсатора C в цепи вторичной обмотки измерительного трансформатора:

$$\Delta\varphi = \varphi_C - \varphi_{R1} = \arctan(R_1/\omega L_1) - \arctan(\omega L_1/R_1) \quad (1)$$

Напряжение U_R, U_C соответственно на сопротивлении резистора R_1 и емкости конденсатора C при использовании стали в качестве магнитопровода измерительного трансформатора пропорциональны [2] напряжённости H и индукции B магнитного поля в этом магнитпроводе и имеют фазовый сдвиг, вызванный наличием реактивных сопротивлений в измерительном стенде и примерно равный (1) расчётному.

Гармонические напряжение U_R, U_C измеряются двухканальным осциллографом *OWON* с подключением к персональному компьютеру по *USB* линии данных.

Программированием в *Microsoft Excel* исключается фазовый сдвиг $\Delta\varphi$ (1) между гармоническими напряжениями U_R, U_C и, с учётом коэффициентов пропорциональности между этими напряжениями и соответствующими им напряжённостью H и индукции B магнитного поля, вычисляется относительная магнитная проницаемости магнетика в магнитопроводе измерительного трансформатора, пропорциональная отношению индукции B к напряжённости H магнитного поля.

Относительная магнитная проницаемость стали, имеющая примерно постоянную величину, измерена на половине периода 10 мс гармонического колебания от максимальной до минимальной напряжённости H магнитного поля с временным интервалом между соседними измерениями, равным 40 мкс.

Динамический метод измерения относительной магнитной проницаемости магнетиков позволяет исследовать их линейные и нелинейные характеристики с временным интервалом между соседними измерениями, определяемым длительностью цены деления развёртки цифровых осциллографов, находящейся в диапазоне значений 2 нс/дел. - 100 с/дел.

Список литературы

1. Кугушев А.М., Голубева Н.С. Основы радиоэлектроники: Линейные электромагнитные процессы. М.: Энергия, 1969. 880 с.
2. Кочнов А.А., Лукин К.Б., Сенникова А.А., Скуйбин Б.Г. Экспериментальное исследование магнитных свойств материалов с использованием осциллографа OWON и интерактивных компьютерных технологий // Физическое образование в ВУЗах. 2024. № 1. С. 85-90

УДК 535.14

КЛАССИЧЕСКАЯ И КВАНТОВО-МЕХАНИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ НА ПРИМЕРЕ ИНТЕРФЕРОМЕТРА ЦАНДЕРА-МАХА ПРИ УПРАВЛЕНИИ ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПОЛЯРИЗАТОРОВ

Левчук Я.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
yaroslaw.lewchuk@yandex.ru
Ферулев А.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
alexeyferulev27@gmail.com
Чубуева Ю.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Машиностроение»
j310962@gmail.com
Научный руководитель: Скуйбин Б.Г., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Нашей командой была принята задача рассмотреть явления интерференции и поляризации, описать их с помощью волновой и квантовой теории света. Один из способов наблюдения интерференции - использование специального устройства – интерферометра [1]. В интерферометре волна от одного источника разделяется на два световых потока, которые затем объединяют для получения интерференционной картины на экране.

Поляризация света представляет собой важное явление в области оптики, играя ключевую роль в различных приложениях. Одним из способов поляризации света является использование поляризаторов и оптических пластин $\lambda/2$ [2].

В данной работе будет дано обоснование интерференции с помощью волновой и квантовой теории света для различно поляризованных лучей на интерферометре Цандера-Маха. Полученные данные и их анализ способствуют более глубокому пониманию принципов управления поляризацией света и расширению возможностей практического применения данной технологии.

Пусть на вход интерферометра подается волна, которая характеризуется векторной величиной $\vec{E}$ - напряженностью элекромагнитного поля, тогда для разделившихся на ПК $\vec{E}_1$ и $\vec{E}_2$ справедливо

$$\vec{E} = \vec{a}_{\uparrow} E_1 + \vec{a}_{\rightarrow} E_2 \tag{1}$$

где $\vec{a}_i$ - введенный нами поляризационный вектор, имеющий единичную длину $|\vec{a}_i| = 1$, указывающий направление поляризации и позволяющий отвлечься от векторного характера величин $\vec{E}_i$. Теперь возведем (1) в квадрат, получая выражение для волн, складывающихся на выходе интерферометра.

$$I \sim E^2 = E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2(\vec{a}_{\uparrow}, \vec{a}_{\rightarrow}), \tag{2}$$

где $(\vec{a}_{\uparrow}, \vec{a}_{\rightarrow})$ стоит понимать в смысле скалярного произведения векторов поляризации, I - интенсивность света. Если вектора поляризации оказываются ортогональными, то интерференционный член в (2) обращается в нуль, а значит интерференции не наблюдается. Это мы наблюдаем, поставив на плечо интерферометра поляризатор. Если интерференционныый член не зануляется, то наблюдается интерференция, что соответствует изначальной конфигурации интерферометра. При $a_{\uparrow} \,||\, a_{\rightarrow}$ модуль интерференционного члена достигает максимума, на экране интерференция видна наилучшим образом. Данный случай мы наблюдаем после установки пластины и поляризатора [3].

В заключение, проведенное исследование классической и квантово-механической интерпретации интерференции на примере интерферометра Цандера-Маха при управлении

излучением с помощью поляризаторов позволило углубить понимание фундаментальных принципов оптики и квантовой физики. Полученные результаты подтверждают важность рассмотрения как классических, так и квантовых явлений при изучении интерференции света, что имеет прямое практическое значение для разработки и совершенствования оптических приборов и систем. Использование интерферометра Цандера-Маха как модели для исследования интерференции позволило расширить наши знания о взаимодействии света с оптическими компонентами и выявить особенности поведения световых волн в таких системах. Знание полученных результатов является важным шагом в развитии современной оптики и фотоники, а также способствует расширению понимания о фундаментальных принципах описания световых явлений в рамках классической и квантовой физики.

Список литературы

1. Литвинов О.С., Горелик В.С. Электромагнитные волны и оптика : учеб. пособие для вузов М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. 446 с.
2. Борн М., Вольф Э. Основы оптики.: изд. 2-е / перевод с англииского. М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1973. 721 с.
3. Ахманов С.А. Физическая оптика: учебник / С.А. Ахманов, С.Ю. Никитин. Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2004. 656 с.

УДК 535.421

НАБЛЮДЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ СВЕТОВЫХ ПОЛЕЙ В ОПЫТАХ АББЕ-ПОРТЕРА

Манохин Р.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
manokhinri@student.bmstu.ru
Шепель И.А., студент,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
shepelia@student.bmstu.ru
МГТУ им. Н.Э. Баумана
Научный руководитель: Скуйбин Б.Г., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В научной литературе уделяется внимание изучению и применению теории Аббе, а также эксперименту Аббе-Портера [1, 2]. Это важно для разработки и использования методов формирования и фильтрации изображений путем воздействия на пространственный спектр излучения, на основе данного опыта построен принцип обработки нелинейных оптических сигналов [3], похожие способы применяются в микроскопии и микробиологии. Оптическая фильтрация может использоваться в высокоточных приборах для чистки спектра и обработки изображений.

В 70-х годах 19-го века ученый Эрнст Аббе обнаружил, что микроскопы с большей апертурой (способностью собирать свет и противостоять дифракционному размытию изображения) дают лучшее разрешение. В дальнейших опытах ученый показал, что влияние апертуры прибора связано с дифракцией света на образце. Таким образом, Аббе ввел волновую теорию в инструментальную оптику, в которой раньше использовалась исключительно геометрическая оптика. Теория Аббе утверждает, что процесс формирования изображения можно разбить на два этапа: Фурье-анализ волнового поля объекта и Фурье-синтез изображения (линза выступает в качестве элемента, выполняющего пространственное преобразование Фурье), а так как световое поле можно представить как совокупность плоских волн, то в фокальной плоскости линзы можно наблюдать распределение поля, пропорциональное пространственному Фурье-образу поля, падающего на линзу. На этом основаны опыты по оптической фильтрации,

впервые проведенные Эрнстом Аббе, а затем американским ученым Портером. Если освещать какой-либо объект с периодической структурой, а затем свет пропустить через линзу, в фокальной плоскости линзы будет наблюдаться Фурье-образ объекта. Влияя на Фурье-образ (например, при помощи тонкой щели), можно отфильтровать получающееся изображение объекта.

В ходе работы была собрана установка для воспроизведения опыта Аббе-Портера. Были поставлены цели получить качественную картину Фурье-анализа дифракционной решетки с достижением 80-х порядков пятен, а также провести опыт Аббе-Портера при помощи слайда с изображением главного здания МГТУ (40х40 мм). Первоначально установка позволяла наблюдать Фурье-образ дифракционной решетки, по ходу опытов и подбора оборудования было достигнуто пятно порядка m=72. После него следует еще несколько уже плохо различимых пятен, однако это свидетельствует о том, что можно добиться и больших результатов. Для проведения опыта Аббе-Портера установка была дополнена рассеивающей линзой, располагающейся сразу после лазера, помогающей расширить пучок света и осветить достаточную часть изображения, и второй собирающей линзой, компенсирующей рассеивающую. Получилось изображение, идентичное нанесенному на слайд. Затем в фокальную плоскость системы линз была помещена щель ширины b=2 мм. При горизонтальной ориентации щели получилось изображение с затемненными вертикальными участками, что соответствует теории.

Пространственная фильтрация используется для разработки высокоточных приборов с реальной областью применения для чистки спектров и обработки изображений.

Список литературы

1. Ахманов С.А. Физическая оптика: учебник / С.А. Ахманов, С.Ю. Никитин. Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2004. 656 с.
2. Морозов А.Н., Салбиева Л.Р., Скуйбин Б.Г., Смирнов Е.В. Наблюдение высоких порядков дробного эффекта Тальбота в оптическом диапазоне // Письма в ЖЭТФ. 2018. Т. 107. В. 6. С 368 – 370.
3. Леонтьев Н.А. Применение пакета математических программ Scilab для моделирования обработки нелинейных оптических сигналов // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 5. Ч. 1. URL: https://web.snauka.ru/issues/2015/05/51975 (Дата обращения: 03.06.2024)

УДК 535.012.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ, ИНДУЦИРОВАННЫХ В ТОНКИХ СЛОЯХ ЖИДКОСТИ ПУЧКОМ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО НЕПРЕРЫВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Нефёдов И.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
ilyaniafiodau@mail.ru
Научный руководитель: Гелясин А.Е., к.ф.-м.н., учитель
ГУО «Гимназия № 1 г. Витебска имени Ж.И. Алфёрова»

С 2002 г. новым направлением в области оптических исследований стало изучение нелинейных оптических эффектов в тонких плёнках водных растворов поверхностно-активных веществ. При вхождении пучка лазерного излучения (ПЛИ) в плёнку под малым углом скольжения (порядка 5°) луч в веществе разделяется на хаотично меняющиеся ветвящиеся микронные каналы [1].

Целью данного исследования стало изучение оптических явлений, возникающих в тонких слоях жидкости, толщина которых, в отличие от плёнок, соизмерима с диаметром поперечного сечения ПЛИ (порядка 1 мм).

В исследовании применялся низкоэнергетический лазер, излучение которого поддерживалось непрерывным. Толщина слоя жидкости, помещённого на подложку, рассчитывалась из условия равновесия среды.

Экспериментальное исследование показало, что при вхождении ПЛИ в слой жидкости в горизонтальной плоскости лазерный луч распространяется по криволинейной траектории. Установлено: траектория луча искривляется в сторону области максимального утолщения слоя жидкости. Рассчитаны значения градиента оптической плотности среды на основе траектории луча. Анализ показал, что в тонких слоях жидкости градиент показателя преломления среды достигает больших значений, чем в каплях на гидрофильных подложках и «объёмных» оптически неоднородных средах, таких как смесь сахарного раствора с водой в кювете.

Обнаружено возникновение нетривиальных оптических структур в тонких слоях жидкости:

- кольцевых структур, вызванных диффузным рассеянием излучения;
- «ребристых» структур, вызванных перераспределением механических напряжений в слое жидкости;
- «струноподобных» структур, или подсвеченных конвективных потоков, вызванных фотоиндуцированной конвекцией Марангони внутри слоя жидкости [2].

Экспериментально установлено: тонкий слой жидкости представляет собой планарный волновод, что является причиной возникновения видимых «пучностей» вдоль лазерного луча.

Показано, что в тонком слое жидкости луч может расщепляться на обыкновенный (распространяющийся по прямой) и необыкновенный (распространяющийся по криволинейной траектории) лучи, что говорит о возможном двулучепреломлении и анизотропии среды, возникающей за счёт воздействия лазерного излучения на слой.

Обнаружено, что в тонких слоях жидкости лазерный луч приобретает определенные свойства «луча Эйри» и распространяется таким образом, что составляющая луча с максимальным значением интенсивности испытывает максимальный изгиб в траектории. Данное свойство проявляет себя при интерференции в тонком слое жидкости.

Заключение. В ходе работы проведено экспериментальное исследование физических явлений в тонких слоях жидкости при взаимодействии с пучком низкоэнергетического непрерывного лазерного излучения; дана теоретическая интерпретация полученных экспериментальных данных.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных результатов при решении задач замены твердотельных градиентных элементов оптики на жидкие варифокальные, изменяющие как оптические свойства, так и физические характеристики в ответ на внешнее регулирующее воздействие лазерного излучения [3].

Список литературы

1. Старцев А.В., Стойлов Ю.Ю. Механизм образования световых каналов в тонких плёнках // Фотоника. 2003. № 10. С. 369–380.
2. Мизёв А.И. Тепловая и концентрационная конвекция Марангони в задачах с плоской и цилиндрической геометрией: диссертация на соискание учёной степени доктора физико-математических наук: 01.02.05. Институт механики сплошных сред. Пермь, 2019. С. 27 – 30.
3. Малюк. А.Ю. Изучение теплового воздействия лазерного излучения на сидячие капли и тонкие пленки жидкости для разработки адаптивных элементов оптики: диссертация на соискание учёной степени к.ф.-м.н.: 01.04.14. Тюменский государственный университет. Тюмень, 2019. С. 13-14.

СЕКЦИЯ ФАКУЛЬТЕТА МЕЖДУНАРОДНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

УДК 621. 86. 061.1

РЕАЛИЗАЦИЯ ДВОЙНОГО ПОДЪЕМНОГО КРЮКА КРАНА

Вай Ян Чжо
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
waiyankyaw775800@gmail.com
Научный руководитель: Насруллаев И.Н., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
Научный консультант: Ионова Н.А., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ

В настоящее время станки с ЧПУ (числовым программным управлением) стали неотъемлемой частью производства и обрабатывающей промышленности. Механическая обработка с ЧПУ – это производственный процесс, в котором автоматизированные технологии управляют движением режущих инструментов и другого оборудования при изготовлении деталей из сырья. При обработке на станках с ЧПУ компьютерная программа, часто создаваемая с помощью программного обеспечения автоматизированного проектирования (CAD) и автоматизированного производства (CAM), предоставляет точные инструкции для процесса обработки. Эти инструкции включают такие детали, как траектории движения инструмента, скорость резания, скорость подачи. Станки с ЧПУ интерпретируют эти инструкции и выполняют операции обработки с невероятной точностью и повторяемостью [1].

В данной статье основное внимание уделяется изготовлению конструкции двойного подъемного кранового крюка с применением технологии механической обработки с ЧПУ. Крюк крана является важным компонентом, который используется для подъема тяжёлых грузов в таких отраслях, как судостроение, транспорт и т.д. Двойной подъемный крюк крана состоит из корпуса, двух опорных пластин, одного крюкового якоря и двух концевых втулок.

Изготовление модели проводилось из углеродистой стали AISI 1020, имеющей предел текучести 350 МПа. Благодаря высокой пластичности углеродистой стали AISI 1020 легко формуется сплав, который можно исследовать различными методами. Этот металл используется для простых конструкционных работ, например, для изготовления болтов. В то же время он подходит для производства пальцев, валов, цепей, слабо нагруженных зубчатых колес, где прочность сердечника не важна, поэтому и был выбран именно этот вид стали для изготовления двойного крюка.

Процесс изготовления конструкции двойного подъемного кранового крюка начинается с создания чертежа модели, каждая часть которой получена с помощью 3D-моделирования в SolidWorks.

Для обработки детали использовался 3-х осевой фрезерный станок AGMA BA-8 с выбором системы фиксации и последовательности технологического процесса. В процессе изготовления применялся твердый концевой фрезер диаметром (2.0,4.0,8.0,12.0) мм, твердосплавная шаровая мельница диаметром 8 мм, твердосплавные сверла диаметром (2.0,6.0,12.0) мм. Для этих инструментов были рассчитаны два параметра обработки: скорость вращения шпинделя и скорость подачи [2].

Следующим шагом являлось создание траектории движения инструмента, моделирование в CAM (Cimatron E 11) и преобразование дизайна в закодированную программу. Это необходимо для генерации G-кодов (геометрический код) и M-кодов в программном обеспечении Cimatron E 11 перед обработкой материала. Это нужно для указания машине направления и скорости движения. После сгенерированных кодов производится запуск программы на фактической заготовке. Перед запуском программы необходимо закрыть дверцу безопасности, надеть защитные очки и подготовиться к нажатию кнопки аварийной остановки в

машине в случае чрезвычайной ситуации. Вышеуказанным процедурам подвергались все детали. Поэтому общее время производства составляет 28 часов 19 минут. Дальнейшим этапом является сборка двойного подъемного кранового крюка. Для этого необходимы такие детали, как шайбы – 2 штуки, контргайка (М16), контргайка (М12), болт с гайкой (М6). После сборки было проведено испытание грузоподъемности имитационной модели в SolidWorks. При экспериментальных испытаниях изделие могло поднимать 1 тонну без разрушения.

В заключение можно сказать, что использование 3D-модели позволяет улучшить рабочий процесс технологий CAM на станках с ЧПУ. Эта технология может быть использована в массовом производстве для практического применения. В дальнейшем исследовании будут использоваться станки с ЧПУ от 3-х до 5-ти осей, будут обрабатываться другие материалы, а также могут проводиться сравнительные исследования между станками с ЧПУ, инструментами и материалами.

Список литературы

1. What is CNC Machining and Why is it Important? Pickens Technical College. URL: https://www.pickenstech.org/blog/what-is-cnc-manufacturing/ (Дата обращения: 05.03.2024).
2. Ken E. Programming of CNC Machines. / 3rd ed. South Norwalk: Industrial Press Inc, 2007. 500 p.

УДК 681.53

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И РЕАЛИЗАЦИЯ ВОЗДУШНОГО ЗАПЯСТНОГО МЕХАНИЗМА ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО РОБОТА

Каунг Мьят Ту
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
phoutsa09@gmail.com
Научный руководитель: Егорова С.Н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
Научный консультант: Нуждина М.А., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ

В работе представлен анализ конструкции и кинематики воздушного запястного механизма с тремя степенями свободы. Этот воздушный запястный механизм крепится к беспилотному летательному аппарату (БПЛА) – квадрокоптеру. Основное предназначение воздушного запястного механизма – перенос полезной нагрузки с помощью квадрокоптера. Воздушный запястный механизм должен быть компактным и легким, поэтому для его изготовления используется древесина и волокно средней плотности (МДФ) или акриловые материалы. Более того, конструкция задумана таким образом, чтобы максимально приблизить центр тяжести запястного механизма к центру тяжести квадрокоптера, тем самым уменьшая общую инерцию и статическую разбалансировку системы. Рассматриваемый в работе воздушный запястный механизм состоит из трех вращающихся шарниров, за которыми следует концевой механизм захватного типа для захвата и опускания медицинского ящика. Благодаря сочетанию квадрокоптера и запястного механизма этот беспилотный летательный робот может поднимать полезную нагрузку над землей.

Основной целью экспериментальной работы стала разработка воздушного запястного механизма для транспортировки полезной нагрузки с помощью квадрокоптера. Задачи:

- спроектировать воздушный запястный механизм с тремя степенями свободы;
- уменьшить общую инерцию и статический дисбаланс системы: для стабильного полета в состоянии зависания и для легкого подъема и сброса медицинского бокса.

Основные этапы исследования реализуются в рамках следующей программы:

- конструирование воздушного запястного механизма на основе легкого веса;

- тестирование беспилотного летательного робота (ОАР);
- выбор компонентов квадрокоптера для перевозки манипулятора;
- летные испытания с медицинским боксом и без него;
- проектирование запястного механизма с использованием SOLIDWORKS.

Воздушный робот состоит из двух секций. Верхняя секция – квадрокоптер. Квадрокоптер представляет собой одну из разновидностей беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), также называемых дронами, обычно используемых в военных и гражданских целях для выполнения разведывательных, наблюдательных и транспортных задач. Нижняя секция представляет собой воздушный запястный механизм. Запястный механизм является частью робота-манипулятора. Робот формально определен Международной организацией по стандартизации (ISO) как перепрограммируемый, многофункциональный механизм, предназначенный для перемещения материалов, деталей, инструментов или специализированных устройств с помощью переменных запрограммированных движений. Робот-манипулятор – это механическая конструкция робота, имитирующего работу человеческой руки. Как и человеческая рука, робот-манипулятор также состоит из трех частей (рука, запястье и кисть). Запястный механизм используется для обеспечения движений по крену, тангажу и рысканию, а также для координации полезных нагрузок, переносимых концевыми эффекторами.

Для проведения эксперимента были выбраны следующие размеры квадрокоптера и компоненты механизма запястья: размер рамы – 450 мм (F 450), бесщеточный двигатель 2212 920 кВ (4 шт.), регулятор скорости 30A ESC (4 шт.), 8-дюймовый пропеллер (4 шт.), 2200 мАч 4S 70C LiPo-аккумулятор (1 шт.), цифровой металлический сервопривод EMAX (4 шт.), модуль GPS, пульт дистанционного управления (FlySky FS -T6).

Разработка манипулятора основывалась на требованиях малого веса и достаточного рабочего пространства под квадрокоптером. Конструкция рамы была разработана в программном обеспечении SOLIDWORKS. SOLIDWORKS – это средство создания и моделирования твердых тел на основе сборочных элементов с заданными функциями параметров. Для изготовления каркаса рамы были использованы древесина и волокнистые материалы средней плотности. Конструкция каркаса разделена на три секции. Первая рама крепится к базовой опорной раме квадрокоптера. Эта рама изготовлена из дерева, поскольку для данного исследования очень важен легкий вес. Вторая рама соединяется с первой с помощью шарнирного механизма. Эта рама изготовлена из волокна средней плотности (МДФ) или акриловых материалов. Третья рама крепится ко второй также с помощью шарнирного соединения. Такая конструкция воздушного запястного механизма компактна и легка, что снижает общую инерцию и статическую разбалансировку системы. Движение системы обеспечивается с помощью четырех серводвигателей, которые управляются пультом дистанционного управления (RC) для квадрокоптера 2,4 ГГц.

Исследование эффективности работы запястного механизма производилось с помощью метода прямого кинематического анализа. С использованием параметров D-H и матриц трансформации было получено решение прямой кинематической задачи для запястного механизма. На основе прямого кинематического решения была разработана программа MATLAB и сгенерировано достижимое рабочее пространство запястного механизма. Были сделаны выводы о стабильности работы воздушного робота в режиме зависания как без груза, так и при поднятии или опускании медицинского бокса и эффективности работы запястного механизма с 3 степенями свободы, что позволило службам неотложной помощи сократить среднее время реагирования примерно с десяти минут до одной минуты. Полученные результаты позволяют рекомендовать воздушный запястный механизм для использования в аварийно-спасательных операциях с помощью квадрокоптера [1, 2].

Список литературы

1. Saeed B.N. Introduction to Robotics Analysis, Control, Applications. Hoboken: John Willey &

Sons, 2011. 466 p.
2. McGriffy D. Make: Drones: Teach an Arduino to Fly / 1st edition. San Francisco: Maker Media, Inc., 2017. 208 p.

УДК 612.821

ИССЛЕДОВАНИЕ СИГНАЛОВ В ЧЕЛОВЕЧЕСКОМ МОЗГЕ

Лю Исинь
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
lyx18811706260@yandex.ru
Научный руководитель: Егорова С.Н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
Научный консультант: Агличева Т.Н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ

Являясь физиологическим сигналом, непосредственно отражающим мозговую активность, сигналы ЭЭГ (электроэнцефалографии) играют жизненно важную роль в изучении функций мозга и когнитивных процессов [1]. Благодаря углубленному анализу ЭЭГ-сигналов, ученые могут выявить функциональные характеристики мозга в различных состояниях и задачах, чтобы лучше понять механизм когнитивной обработки и процесс динамической регуляции нейронных сетей. Исследования в этой области не только помогают углубить понимание закономерностей нейронной активности, но и обеспечивают научную основу для диагностики и лечения нервных заболеваний и разработки технологии взаимодействия мозга с компьютером. Благодаря построению сложных вычислительных моделей и методам интеллектуального анализа данных, можно использовать потенциальную информацию, содержащуюся в ЭЭГ-сигналах, и это может стать эффективным средством персонализированного медицинского обслуживания и управления здоровьем мозга. Исследование ЭЭГ-сигналов не только занимает важное место в научных кругах, но и имеет широкие перспективы применения в клинической и инженерной областях. Таким образом, исследование на эту тему имеет большое практическое значение [2].

В данной работе мы впервые разработали три практически ориентированные навигационные задачи с возрастающей сложностью: задание на постоянство маршрута, задание на случайный контрольно-пропускной пункт и задание на произвольный маршрут. Для участия в экспериментальном задании выбрали 41 испытуемого. Во время выполнения 3-х навигационных заданий по очереди с помощью ЭЭГ-колпачка были сняты ЭЭГ-сигналы всех испытуемых.

Чтобы количественно описать различия в ЭЭГ-активности человека при обработке навигационных задач, в данной работе предлагается пространственно-временная комплексная модель (MTSC), основанная на сверточных нейронных сетях (CNN), которая используется для извлечения и объединения характеристик ЭЭГ-сигналов испытуемых и выделения следов когнитивного обучения. Вся модель искусственного интеллекта состоит из двух частей: модуля извлечения признаков и модуля комбинирования признаков. Первая часть модуля комбинирования признаков состоит из 4 модулей извлечения признаков, которые с разным временным шагом фильтруют, делают свертку, выравнивание, а затем группировку и классификацию сигналов. Модуль извлечения признаков извлекает признаки из сигнала ЭЭГ человека при выполнении различных навигационных задач, а конечная модель отображает состояние вектора навигации человека.

Благодаря результатам визуализации можно увидеть, что существует четкая граница между евклидовым распределением характеристик ЭЭГ-сигналов, соответствующих различным навигационным задачам. Это означает, что когнитивные способности, вызываемые зонами знаний, соответствующих трем задачам, различны, то есть сигналы ЭЭГ людей различны при выполнении разных задач.

Метод, предложенный в этом исследовании, имеет хорошие экспериментальные

результаты в задачах практической навигации и может быть применен в проектировании автономных навигационных систем. В будущей работе мы планируем объединить исследование ЭЭГ с наукой о поведении для дальнейшего изучения сигналов ЭЭГ во время навигации человека.

Список литературы

1. Начарова М.А., Начаров Д.В., Павленко В.Б. Особенности ЭЭГ детей с сенсорной алалией // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2022. Т. 8. № 4. С. 154-165.
2. Гуляев С.А. Исследование зрительного гнозиса с помощью анализа ЭГ-микросостояний // Медицина экстремальных ситуаций. 2022. Т. 24. № 3. С. 19-26.

УДК 159.96

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ПСИХИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА

Милица Петрович
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
mpetrovic764307@gmail.com
Научный руководитель: Насруллаев И.Н., к.ф.-м.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
Научный консультант: Никишина Ю.В., к.п.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ

Современный образ жизни налагает на людей все больше обязательств и требований. Стресс, нервозность, дедлайны и спешка присутствуют сегодня в большинстве профессий. Такая рабочая среда и динамичный образ жизни оказывают существенное неблагоприятное воздействие на физическое и психическое здоровье людей. Доступность различных онлайн-материалов, обучающих людей психологии, отношениям и общению, представляет собой важный шаг вперед в попытках уменьшить причины неблагоприятного влияния. На основе систематического анализа населения европейских стран было показано, что 27% взрослого населения в возрасте 18-65 лет в какой-то момент своей жизни страдают психическим расстройством.[1] Существование экспертной системы, которая помогает в диагностике психических состояний, предоставит пользователям возможность впервые познакомиться с психотерапией и в то же время позволит им получить результат о своем психическом состоянии путем заполнения анкеты и, таким образом, начать работу над собой, поэтому создание информационной системы по этой теме очень актуально.

Информационная система реализована в виде веб-приложения. Система состоит из клиентской части, серверной части и базы данных. На стороне клиента был использован Angular фреймворк, а на серверной части – Spring фреймворк, база данных – Postgres и Drules [2] – инструмент, который позволяет писать правила.

Экспертные системы применимы к узким областям знаний. Экспертные системы, основанные на правилах, – это системы, база знаний которых содержит знания экспертной области, представленные в форме правил «если-то». Утверждения в форме «если-то» называются продукционными правилами. Суть системы – применить знания в виде правил к фактам и получить результат. Ответы пользователя – это факты, на которых применяются правила в целях получения диагностики.

Алгоритм RETE проверяет, удовлетворяют ли ответы в системе правил. Сеть RETE определяется направленными ациклическими графами. Каждый узел в сети соответствует условию или части условия. Каждый ответ пользователя поступает в сеть RETE через корневой узел сети. Корневой узел пересылает этот ответ узлам-преемникам. Таким образом ответ проходит через одну из ветвей дерева, пока не достигнет одного из конечных узлов.

Анализ ответов на вопросы начинается с правила трансформации ответов. Правило проверяет, задан ли вопрос в положительной или отрицательной форме, и соответствующим образом изменяет значение ответа. Ответы даны по шкале Лайкерта в значениях от 1, что означает „совершенно не согласен“, до 5, что означает „полностью согласен“. Потом активируются правила для суммирования баллов, правила для анализа сумм, что приводит к результату первого опроса. В зависимости от результата первого опроса, клиент получает новый опрос. Чтобы получить результат во втором и третьем опросе, учитываются все предыдущие опросы.

В настоящее время система диагностирует тревогу, генерализованное тревожное расстройство, паническую атаку, паническое расстройство, социальную тревогу и социальную фобию. Возможно расширение системы новыми правилами, которые бы анализировали связь между указанными психическими состояниями и депрессией, поскольку зачастую состояние депрессии можно в большей или меньшей степени идентифицировать в упомянутых психических состояниях. Также возможным расширением системы является поддержка в чате. Резюмируя выше сказанное, можно сделать вывод, что создание информационной системы может помочь каждому человеку.

Список литературы

1. Программа по защите психического здоровья в республике Сербия на период 2019-2026 гг. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26012128/ (Дата обращения: 15.04.2024)
2. Drools. URL: https://docs.jboss.org/drools/release/7.35.0.Final/drools-docs/html_single/ (Дата обращения: 25.04.2024)
3. Bhandari P., Nikolopoulou K. What is a Likert skale? URL: www.scribbr.com/methodology/likert-scale/ (Дата обращения: 16.04.2024)

УДК 62-523

ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ КВАДРОЦИКЛОМ

Салех Али
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
Aliabokarim1992@outlook.com
Научный руководитель: Жамалетдинов Р.И., преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
Научные консультанты: Пиневич Е.В., зав. кафедрой? доцент, к.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ,
Черкашина Е.Л., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ

В последнее время во многих развитых странах обсуждаются вопросы дистанционного управления. Актуальность проблемы обусловлена распространением пожаров по всему миру и сложностью для людей добраться до них, не рискуя своей жизнью. Военные действия, которые ведутся в настоящее время во многих странах, также говорят о важности создания транспортных средств с дистанционным управлением, необходимых для спасения раненых мирных жителей в зонах конфликтов.

Цель исследования - переоборудовать квадроцикл с двигателем внутреннего сгорания в квадроцикл с дистанционным управлением для использования при тушении пожаров и спасения людей.

Для решения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1) определить необходимые требования к процессу автоматизации и подобрать необходимые электромеханические элементы и датчики;
2) разработать цепь управления и команды для системы;

3) смоделировать квадроцикл и разработать проект необходимых устройств управления [1, 2];

4) создать электронную цепь для управления квадроциклом;

5) создать компьютерный интерфейс, позволяющий управлять квадроциклом с помощью джойстика.

В работе использовался язык C и программное обеспечение “MATLAB” для моделирования квадроцикла и для написания алгоритма управления с использованием микопроцессора, а также интерфейс на C# для контроля автоматизированного управления квадроциклом.

Рассмотрим принцип работы. Дистанционное управление квадроциклом производится с помощью джойстика, который подключается к компьютеру через интерфейс связи, построенный на языке C#. Используются протоколы Rs-422 (между компьютером и электронной платой) и USB (между компьютером и джойстиком). Управление квадроциклом осуществляется с помощью электронной схемы, которая была разработана с целью управления квадроциклом посредством алгоритма управления, написанного на языке C на микропроцессоре. Микропроцессор в электронной плате получает информацию от квадроцикла (например, информация об угле поворота рулевого колёса, скорости и т. д) и передает ее на компьютер, он также передает команды от джойстика через компьютер на квадроцикл. Для работы системы рулевого управления предусмотрен двигатель постоянного тока и поворотный датчик положения, основанный на эффекте Холла [3]. Для работы дроссельной системы имеется серводвигатель.

Для расчёта скорости квадроцикла была применён инкрементальный энкодер. Программа, написанная в микропроцессоре, собирает всю информацию, обрабатывает её и выполняет то, что требуется, согласно написанному алгоритму.

В результате исследования были получены следующие результаты:

1. Квадроцикл с рулевым управлением и дроссельной заслонкой был автоматизирован.
2. Выполнено тестирование схемы управления квадроциклом.
3. Найдена модель двигателя квадроцикла и протестирована на компьютере с помощью построенного нами интерактивного интерфейса.

Список литературы

1. Siciliano B., Valavanis K.P. Control problems in robotics and automation. London: Springer-VerlLag, 1998. 295 p.
2. De Luca A., Oriolo G., Samson C. Feedback control of a nonholonomic car-like robot. / Universit‘a di Roma, La Sapienza, INRIA, Sophia-Antipoli, Springer, 1998. URL: https://www.di.ens.fr/jean-paul.laumond/promotion/chap4.pdf (Дата обращения: 15.04.2024)
3. RTY Series and RTP Series Hall-effect Rotary Position Sensors. URL: https://www.mouser.com/catalog/specsheets/Honeywell_RTY_sensor.pdf (Дата обращения: 30.04.2024)

УДК 159.96

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОККЛЮЗИИ ПРИ ЭНДОСКОПИИ

Чжао Цзинь
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
1403620650@qq.com
Научный руководитель: Насруллаев И.Н.., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ

Во время хирургической операции эндоскоп окклюзирует часть тканевой структуры и занимает большое пространство изображения. Врачам, которые просматривают заданную часть

ткани, необходимо многократно перемещать эндоскоп для наблюдения и анализа, в результате чего изображение имеет погрешности [1].

В данной работе предлагается использовать комбинацию методов обработки изображений с глубоким обучением и традиционных методов для восстановления эндоскопических изображений.

Основная идея, лежащая в основе традиционных методов, заключается в заполнении отсутствующих частей изображения на основе наблюдений специалистов.

На видео изображение восстанавливается с использованием информации предыдущего кадра. Каждый пиксель дефектной области на восстановленном изображении поступает из точки, соответствующей изображению на расстоянии **n** кадров от текущего кадра, а для восстановления изображения записывается **n**-значение, соответствующее каждому пикселю. Пиксели с большим значением **n** указывают на то, что эффективная информация находится далеко от текущего кадра и имеют низкую надежность, в то время как пиксели с малым значением **n** указывают на то, что эффективная информация близка к текущему кадру и имеет относительно более высокую точность. Для уменьшения ошибки использования изображения предыдущего кадра и восстановления изображения текущего кадра необходимо получить информацию об изображении. Точность изображения в этом случае постепенно снижается в зависимости от расстояния кадра, а результат восстановления изображения ограничен статистическими данными.

Глубокое обучение — это широко применяемый в последние годы метод получения последующих изображений. В его основе — модель нейронной сети, используемая для изучения структуры и особенностей изображения. Она предсказывает значения пикселей поврежденных или отсутствующих областей и фиксирует их в целостном изображении. Нейронные сети сам учатся (постепенно улучшают свои способности) выполнять задачи, как правило, без программирования для решения конкретных задач для повышения точности и надежности изображаемой модели [2].

В работе используется UNet-подобная структура нейронной сети, основанная на частичной свертке. Потребовалось около 3 часов, чтобы обучить структуру сети для выполнения 50 000 итераций, при этом каждые 5 000 итераций сохранялись. Предварительные результаты сохраняются один раз, и для каждого результата проводится тест для оценки результатов реставрации изображения. Оценочные индексы (PSNR, SSIM, MSE) использовались для сравнения восстановленных изображений с соответствующими исходными четкими изображениями. В результате получались наилучшие результаты изображения восстановления.

После получения результатов с помощью двух разных алгоритмов два изображения были объединены с помощью алгоритма нормализации и доверительного члена алгоритма Криминиси. Эксперимент показал, что изображения в этом случае аналогичны реальной структуре ткани, а алгоритм восстановления изображения позволяет повысить качество и эффективность эндоскопической хирургии.

Список литературы

1. Liu G., Reda F. A., Shih K. J., Wang T.-C., Tao A., Catanzaro B. Image in-painting for irregular holes using partial convolutions. / NVIDIA Corporation; researchers submit patent application // Network weekly news. 2019. DOI:10.1007/978-3-030-01252-6_6.
2. Ramien G.N., Jaeger P.F., Kohl S.A.A. Reg R-CNN: Lesion detectionand grading under no isy labels. URL: https://arxiv.org/abs/1907.12915 (Дата обращения: 19.04.2024)

УДК 533.682

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА РАЗГОНА ОКОЛОЗЕМНЫХ СВЕРХЗВУКОВЫХ АППАРАТОВ

Чжоу Чжиюань
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
zhou.zhiyuan@mail.ru
Научный руководитель: Насруллаев И.Н., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
Научные консультанты: Надаховская М.А., преподаватель,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
Иванилова И.В., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ

Электромагнитная катапульта является ключевой технологией, которая поддерживает разработку нового поколения ракет и воздушно-космических аппаратов. Благодаря быстрому развитию технологии электромагнитных катапульт в будущем транспортные средства можно будет разгонять до сверхзвуковых скоростей у поверхности Земли [1]. Во время высокоскоростного катапультирования и взлета транспортного средства ударная волна, генерируемая головной частью аппарата, будет отражаться от Земли, что окажет значительное влияние на аэродинамические характеристики транспортного средства [2]. Существующие экспериментальные и численные методы моделирования недостаточно глубоко исследованы, чтобы с их помощью изучать эффект влияния поверхности Земли при трансзвуковых и сверхзвуковых скоростях. В частности, мало работ, посвящённых явлению запаздывания структурных сдвигов в потоке, вызванных ускорением. Нами проведено численное моделирование трансзвукового и сверхзвукового экранного эффекта (эффект влияния поверхности Земли) на двумерном сверхзвуковом ромбическом аэродинамическом профиле, а также на трехмерной модели аэродинамического профиля с различными числами Маха и высотами над поверхностью Земли.

В работе впервые описан применяемый метод численного моделирования и проверена его достоверность с помощью арифметического примера при вычислении трансзвукового и сверхзвукового экранного эффекта. Приведено численное моделирование сверхзвукового обтекания двумерного ромбовидного аэродинамического профиля для исследования структуры поля течения в области трансзвукового и сверхзвукового экранного эффекта. Было изучено изменение структуры поля течения от затора к отражению ударной волны при непрерывном ускорении путем сравнения соответствующего критического числа Маха. Процесс перехода структуры поля течения исследовался путем изменения ускорения и высоты над поверхностью Земли.

В данной работе с помощью метода численного моделирования RANS исследован эффект влияния поверхности Земли на обтекание двумерного ромбического аэродинамического профиля и трехмерной модели крыла при различных условиях, в следствии чего были сделаны основные выводы:

1. Поле течения при эффекте влияния поверхности Земли во время трансзвукового и сверхзвукового полета имеет два основных состояния потока: затор и отражение ударной волны. Коэффициент подъемной силы, коэффициент сопротивления и коэффициент момента тангажа резко изменяются в пределах малого числа Маха при переходе структуры поля течения из застойного состояния в состояние отражения всплеска, а момент тангажа является обратным.

2. Процесс изменения структуры поля течения от затора к отражению волны в основном одинаков для различных ускорений и высот над поверхностью Земли. После того как входящее число Маха превысит критическое число Маха, головная ударная волна на передней кромке аэродинамического профиля движется назад и разделяется на косые ударные волны на верхней и

нижней поверхности аэродинамического профиля по мере увеличения входящего числа Маха. С увеличением числа Маха набегающего потока турбулентность постепенно исчезает, а поле потока полностью преобразуется в структуру отражения ударной волны.

3. На поле потока в ускоренном состоянии влияет дополнительный эффект инерции, вызванный ускорением. Процесс перехода потока из затора в отражение ударной волны будет значительно затянут, а критическое число Маха для такого перехода будет выше. Чем больше высота над поверхностью Земли при ускорении, тем меньше критическое число Маха для перехода поля потока из затора в отражение ударной волны.

4. Структура поля течения трансзвукового и сверхзвукового экранного эффекта аналогична структуре двумерного случая, и его можно разделить на две общие категории: заторы и отражение ударной волны. Когда поток находится в состоянии отражения ударной волны, коэффициент подъемной силы крыла уменьшается с увеличением высоты над поверхностью Земли - коэффициент сопротивления уменьшается, а затем увеличивается с увеличением высоты над поверхностью Земли для различных чисел Маха. Когда поток находится в состоянии затора, сверхзвуковой экранный эффект для трехмерной модели аэродинамического профиля такой же, как и у двумерных аэродинамических профилей: коэффициент подъемной силы крыла увеличивается с увеличением высоты над поверхностью Земли, а коэффициент сопротивления уменьшается с увеличением высоты над поверхностью Земли.

Список литературы

1. Gurol H., Ketchen D., Holland L., Minto D., Hooser M., Bosmajian N. Status of the Holloman high speed maglev test track (HHSMTT) // 30th AIAA Aerodynamic Measurement Technology and Ground Testing Conference (GA, USA, 2014). URL: https://www.researchgate.net/publication/299645344_Status_of_the_Holloman_High_Speed_Maglev_Test_Track_HHSMTT (Дата обращения: 13.04.2024)
2. Aaron M.S. Electromagnetic launchers for use in aircraft launch at sea // Thesis of M.S. in Engineering (University of Texas at Austin, May 1998). 1998. P.45-55. URL: https://archive.org/details/electromagneticl00stil/page/n13/mode/2up (Дата обращения: 24.04.2024)

УДК 0077.52

УСТРОЙСТВО И МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕСНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО РОБОТА

Юнес Хуссам
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
hussam.yones27992@outlook.com
Научный руководитель: Шахов А.В., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет международных образовательных программ
Научный консультант: Давыдова Э.В., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет Международных образовательных программ

В современном мире роботы всех видов и модификаций широко используются в военной, медицинской, образовательной и промышленной сферах, например, для автоматизации доставки оборудования, различных грузов и лекарств в условиях радикальной опасности для человека (больницах во время карантина, автоматизации процессов перемещения объектов на закрытых складах, зонах биологического, химического, радиационного заражения и т.д.).

Именно поэтому очень важным и актуальным на сегодняшний день является разработка и реализация принципов моделирования и управления робототехническими устройствами, включающими, в частности, математический аппарат, используемый при программировании всех модулей предлагаемого дифференциального колёсного робота для управления его функционированием и достижения высокой эффективности.

Предлагаемый проект опирается на решение задачи обнаружения роботом определённого пути на поверхности и точного следования по нему со скоростью, предусмотренной и задаваемой оператором.

При этом рассматриваются и контролируются все модули робота, определяется математическая модель синхронизации активаторов движения (двигателей), проектируется контроллер Пи-типа, позволяющий управлять скоростью каждого двигателя индивидуально, затем моделируются конкретные ситуации, возникающие при движении.

При разработке автономного дифференциального мобильного робота необходимо постоянно обращать внимание на кинематические и динамические характеристики движения, опираясь на математический аппарат с учётом конструкции и геометрических особенностей для уверенного следования по определённому пути.

Наша работа посвящена трём основным задачам: первая — проектирование электронных схем контроллеров, двигателей и инфракрасных датчиков; вторая — проектирование блоков управления двигателями (базовый уровень); третья — проектирование блоков управления, обеспечивающих устойчивость движения робота на трассе (более высокий уровень управления).

Рабочие части проекта

Первая часть

Проведение исследования на совместимость и взаимодействие элементов, подходящих для проекта электронных модулей и компонентов для управления роботом. После завершения исследований — моделирование электронной платы с помощью программы CAD Star. Далее — реализация электронных компонентов в техническом исполнении.

Вторая часть

1. Проектирование блоков управления двигателями (базовый уровень).

Электромеханическое моделирование двигателя постоянного тока с независимым возбуждением как линейной системы первого порядка.

2. Проектирование контроллера.

Расчет настроек цифрового корректора (ПИ-типа).

На этом этапе завершается подготовительная работа по моделированию процесса управления скоростью двигателей и проектированию пропорционально-интегрального корректора.

Третья часть

Процесс удержания робота на трассе.

Для управления всеми модулями дифференциального робота и в результате его движением используются уравнения состояния робота [1], [2], которые описывают его скорость, координаты и т.д. Затем процессор программируется на выполнение задачи управления всеми встроенными модулями робота и удержания его в направлении определённой заданной траектории (высокий уровень).

Список литературы

1. Sciavicco L., Siciliano B. Modelling and Control of Robot Manipulators. Luxembourg: Springer Science & Business Media, 2004. 378 p.
2. Siegwart R., Nourbakhsh R. Introduction to Autonomus Mobile Robots. A Bradford Book Massachusetts London: The MIT Press Cambridge, 2004. 336 p.

РАЗДЕЛ «РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА»

СЕКЦИЯ «ЛАЗЕРНЫЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ»

УДК 53.072.5

РАЗРАБОТКА ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ КВАНТОВОГО СИМУЛЯТОРА ДЛЯ ЗАДАЧ ИЗУЧЕНИЯ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

Аксенцев П.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
apa19l012@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Пожар В.Э., д.ф.-м.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
vitold@bmstu.ru

Квантовый симулятор (КС) — это экспериментальная установка, которая позволяет наблюдать и исследовать динамику искусственно созданных квантовых систем любой сложности. Благодаря многократному повторению экспериментов и набору статистики, можно отслеживать изменения этих систем во времени и пространстве. Если есть возможность установить математическое соответствие между моделируемой системой в КС и реальной системой, то представляется возможным определить связь между их эволюциями.

Андерсоновская локализация (АЛ) [1] — это явление, при котором происходит локализация волновой функции в периодическом потенциале с неоднородностями (по амплитуде) некоторой пространственной частоты (изучаемый параметр). На сегодняшний день задача исследования АЛ электронов или, другими словами, фазовый переход проводник-диэлектрик является актуальной задачей в области физики конденсированного состояния и квантовых вычислений. КС на ультрахолодных атомах, захваченных в оптические решетки [2], предлагает уникальную возможность экспериментально исследовать это явление с высокой точностью и контролем над параметрами системы, такими как дефекты образца, спиновое состояние, мобильность и взаимодействия электронов [3].

Для реализации эксперимента по изучению двумерной (2D) АЛ необходим оптический аккордеон- устройство сжатия облака ультрахолодных атомов. Принцип работы заключается в том, что устройство формирует интерференционную картину с переменным периодом: в начальный момент полупериод сопоставим с размером атомного облака, в процессе работы период уменьшается до 2 мкм. Для задач КС необходимо, чтобы центр атомного облака совпадал с центральным максимумом сформированной интерференционной картины, это необходимо для захвата максимального количества атомов. Достичь этого возможно с помощью стабилизации фазы интерференционной картины.

Классическим методом стабилизации является использование цифровой обратной связи, которая обеспечивает простоту реализации и надежность системы. Однако полоса пропускания данного метода составляет около 15 Гц, что позволяет компенсировать медленное изменение фазы интерференционной картины, но не способно справиться с быстрыми изменениями, вызванными механическими резонансами и акустическими возмущениями на частотах 100 и 200 Гц соответственно. Поскольку амплитуды данных возмущений малы, реализованная цифровая обратная связь позволяет проводить эксперименты по изучению АЛ на КС.

Список литературы

1. 50 years of Anderson Localization / edit. by Abrahams E. Singapore: World scientific publ., 2010. V. 24. DOI: https://doi.org/10.1142/7663.

2. Bloch I., Dalibard J., Nascimbene S. Quantum simulations with ultracold quantum gases // Nature Physics. 2012. V. 8. № 4. pp. 267-276.
3. Aspect A., Inguscio M. Anderson localization of ultracold atoms // Physics today. 2009. V. 62. № 8. pp. 30-35.

УДК 004.932.72'1

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ЦЕЛЕЙ В ТЕПЛОВИЗИОННОМ ДИАПАЗОНЕ

Голубев И.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
i@golubeffignat.ru
Научный руководитель: Вязовых М.В., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

В современных условия задача обнаружения объектов в тепловизионном (ТПВ) диапазоне (8 – 14 мкм) становится весьма актуальной, поскольку это позволяет разрабатывать приборы и системы, функционирующие в любое время суток в том числе и в условиях плохой видимости при минимальных массогабаритных параметрах. Задача обнаружения целей на максимальной дистанции изображающей оптико-электронной системой сводится к задаче детектирования квазиточечных объектов, размеры изображения которых составляют от 1 на 1 до 5 на 5 пикселей. Как показывает практика, нейросетевые алгоритмы и обычные классические детекторы в данных условиях работают неэффективно. Целью данной работы является разработка адаптивного порогового алгоритма детектирования малоразмерных целей в ТПВ диапазоне.

В каждом кадре формируется пространственное распределение облученности наблюдаемой сцены в инфракрасном спектральном диапазоне. На основе анализа получаемой статичной информации можно производить детекцию. С другой стороны, зачастую, целевой объект обладает некоторым характерным поведением – манерой и скоростью движения. Проводя анализ временной связности между соседними кадрами, можно извлекать данную информацию и уже на основе этого выделять объекты интереса. Разработанный детектор комбинирует обе эти методики, качественно повышая эффективность работы всего алгоритма обнаружения.

Алгоритм обнаружения малоразмерных целей состоит из двух блоков: покадрового детектора и последующего фильтра временной (межкадровой) связности.

Первый этап внутрикадрового детектирования заключается в предобработке исходного изображения сверточным фильтром неоднородностей. Фильтр является комплексным – состоит из трех слоев: внутренний, промежуточный и внешний. Внутренний слой предназначен для выделения малоразмерных слабоконтрастных целей на изображении, которые потенциально могут быть объектами интереса. Промежуточный слой предназначен для уменьшения влияния граничных эффектов на результат детектирования. Внешний слой служит для подавления помех и шумовых загрязнений фона, который в общем случае может быть весьма неоднородным. Аналитическое представление фильтра неоднородностей:

$$f_H = \begin{cases} s * G(x, y, \sigma), & (i, j) \in L_i \\ 0, & (i, j) \in L_m \\ -1, & (i, j) \in L_o \end{cases}, \qquad (1)$$

где $G(x, y, \sigma)$ – функция Гаусса со среднеквадратичным отклонением (СКО) σ; s – коэффициент, определяющий величину амплитуды гауссоиды; L_i, L_m, L_o – слои фильтра: внутренний, промежуточный и внешний, соответственно; i, j – индекс элемента фильтра. После первого этапа могут оставаться многочисленные точечные области, обычно вызванные локальными неоднородностями фона и импульсными шумами.

На втором этапе для исключения областей точечного шума целесообразно использовать морфологическую эрозию с ядром размером 3 x 3 [1]. Таким образом, формируется изображение, на котором остаются наиболее вероятные кандидаты, шумовые участки, в большей степени, отфильтровываются. Аналитический вид выполняемой на втором этапе детектирования процедуры представлен ниже:

$$I_E = I_H \ominus B = \{z|(B)_z \subseteq I_H\} = \{z|(B)_z \cap {I_H}^c = \emptyset\}, \quad (2)$$

где I_H – изображение после этапа 1; ${I_H}^c$ – дополнение множества I_H; B – ядро морфологической эрозии; $z(x, y)$ – множество пикселей изображения.

Третий этап внутрикадрового детектирования – адаптивная пороговая фильтрация малоразмерных целей:

$$Det(x,\ y) = \begin{cases} 1,\ \text{если}\ v_i \geq k * \sqrt{\dfrac{\sigma_i^2 + \mu_i}{I_E(x,y)}}\ \text{и}\ I_E(x,y) \neq 0 \\ 0,\ \text{иначе} \end{cases}, \quad (3)$$

где k – параметр, определяющий уровень порога; σ_i и μ_i – СКО и среднее значение пикселей i – го положения окна детектора; v_i – значение i – го пикселя исходного изображения. Окно фильтра сканирует все пиксели исходного изображения. В каждом положении вычисляются статистические характеристики, на основе которых происходит сравнение значения текущего пикселя с адаптивным порогом. Если неравенство в (3) выполняется, и данная область соответствует ненулевой области потенциальных целей этапа 2, то считается, что в данном положении окна детектора есть объект.

После выполнения алгоритма внутрикадрового детектирования осуществляется анализ временной связности фильтром Калмана [2], производящим предсказания на основе ранее полученной апостериорной информации. В начальный момент времени происходит инициализация фильтра Калмана, задаются значения положения и скорость объекта интереса, ковариационных матриц, учитывающих погрешность и нестабильность отработки покадрового детектора. По начальным данным предсказываются положения объектов в следующем кадре, затем в фильтр поступает апостериорная информация о положении цели с покадрового детектора, на основе которой происходит коррекция статистических данных фильтра, после чего снова делается предсказание. Процесс зацикливается.

Анализ разработанного адаптивного алгоритма на основании одних из самых популярных метрик в современном компьютерном зрении (Accuracy, Precision, Recall) показывает результаты в среднем 80 % против в среднем 50 % у классического порогового детектора, что является отличным показателем эффективной работы разработанной системы обнаружения.

Список литературы

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений / издание 3-е, исправленное и дополненное. М.: Техносфера, 2012. 1104 с.

2. Li Q., Li R., Ji K., Dai W. Kalman Filter and Its Application // 8th International Conference on Intelligent Networks and Intelligent Systems (ICINIS) (Tianjin, China, 2015). DOI: 10.1109/ICINIS.2015.35.

УДК 535.016:535.39

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОСВЕТЛЯЮЩИХ МИКРОСТРУКТУР

Елистратова А.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника
elistratovaam@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Тарабрин М.К., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Материалы среднего инфракрасного диапазона (от 2 до 20 мкм) обладают большими значениями показателя преломления, что приводит к значительным потерям на отражение от границы раздела сред, что может негативно влиять на производительность оптико-электронных приборов. Следовательно, актуальной является задача увеличения пропускания оптических поверхностей для повышения чувствительности оптико-электронных приборов. Традиционным способом просветления оптических поверхностей является нанесение просветляющих тонких плёнок, однако он обладает рядом недостатков [1]. Альтернативным способом просветления оптических поверхностей является создание микроструктур.

Один из методов создания просветляющих микроструктур – контролируемое удаление некоторого объёма материала с использованием фемтосекундной лазерной абляции с движением лазерного излучения относительно образца. Для создания просветляющих микроструктур данным методом используют лазерные установки, у которых контролируются следующие параметры: мощность лазера; длительность импульса; частота следования импульсов; количество импульсов для формирования одного углубления и др. Для получения микроструктур на заданном материале в заданном спектральном диапазоне оптимальные параметры лазера подбираются экспериментально, для этого итеративно наносят массивы пробных структур с различными параметрами. Это необходимо, потому что метод не позволяет полностью контролировать профиль микроструктур. Для всех полученных микроструктур измеряются их спектральные характеристики, чтобы найти в массиве структуру с наибольшим пропусканием в заданном спектральном диапазоне, и на обработку этих данных может затрачиваться несколько часов при подсчётах вручную, поэтому актуальной задачей является ускорение данного процесса за счёт автоматизации.

Так как параметры лазера определяют в целом для заданного материала и заданного спектрального диапазона, а не для отдельных оптических элементов (необходимо найти пропускание поверхности со структурой), измерение проводится таким образом, чтобы можно было не учитывать ослабление потока света при прохождении через объём материала. Для этого находят пропускание структуры относительно пропускания плоской поверхности:

$$T_{\text{общ_стр}} = T_{\text{пл}} \cdot A \cdot T_{\text{стр}} \tag{1}$$

$$T_{\text{общ_пл}} = T_{\text{пл}} \cdot A \cdot T_{\text{пл}} \tag{2}$$

$$\frac{T_{\text{общ_стр}}}{T_{\text{общ_пл}}} = \frac{T_{\text{пл}} \cdot A \cdot T_{\text{стр}}}{T_{\text{пл}} \cdot A \cdot T_{\text{пл}}} = \frac{T_{\text{стр}}}{T_{\text{пл}}}, \tag{3}$$

где $T_{\text{пл}}$ – пропускание плоской поверхности материала

$T_{\text{стр}}$ – пропускание материала с нанесённой на него структурой

A – ослабление потока света при прохождении через объём материала

$T_{\text{общ_пл}}$ – пропускание плоскопараллельного образца

$T_{\text{общ_стр}}$ – пропускание того же образца, но уже с нанесённой на одну из его рабочих поверхностей микроструктурой

Но неизвестным остаётся пропускание плоской поверхности, которое находится с помощью измерения отражения от плоской поверхности:

$$T_{\text{пл}} = 1 - R_{\text{пл}}, \tag{4}$$

где $R_{пл}$ – отражение от плоской поверхности материала.

Из (3) и (4) можно найти $T_{стр}$:

$$T_{стр} = \frac{T_{стр}}{T_{пл}}(1 - R_{пл}), \quad (5)$$

Для автоматизации описанной методики измерения было разработано ПО в среде MATLAB, которое позволяет автоматически находить структуру с оптимальными параметрами среди массива пробных структур, а также находить усреднённое по площади пропускание структуры, созданной после нахождения оптимальных параметров лазера. Таким образом, время на обработку данных о спектральных характеристиках микроструктур снизилось с нескольких часов (время, затрачиваемое на подсчёт вручную) до 5 минут, что позволяет ускорить подбор оптимальных параметров лазера.

Список литературы

1. Bushunov A.A., Tarabrin M.K., Lazarev V.A. Review of surface modification technologies for mid-infrared antireflection microstructures fabrication // Laser & Photonics Reviews. 2021. V. 15. № 5. pp. 2000202. DOI: https://doi.org/10.1002/lpor.202000202.

УДК 535.8+574/577

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ ПОНДЕРОМОТОРНЫХ СИЛ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

Есина Д.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
mersura@yandex.ru
Научный руководитель: Носов П.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

В настоящее время широко обсуждается взаимодействие ультразвука с биологическими объектами. В недавних работах было показано, что эмбрионы не только изменяют свое развитие под воздействием внешних акустических сигналов, но и передают информацию своим сородичам через вибрационные сигналы [1, 2]. Это открывает новые перспективы для исследования взаимодействия различных биологических объектов с механическими колебаниями и подчеркивает важность исследования механических свойств таких объектов.

Задачами данной работы стали создание и юстировка оптической установки для наблюдения за колебаниями биологических микрообъектов, построение математической модели вязкоупругого ответа эмбриона на звуковое поле, генерируемое колеблющимся микрообъектом, и экспериментальное исследование ответа эмбриона на воздействие пондеромоторных (то есть, действующих опосредованно) сил.

В качестве модельного объекта были выбраны эмбрионы Danio rerio ввиду их больших (порядка миллиметра) размеров, оптической прозрачности и близкого к человеку генома (70% ортологичных генов).

Поведение модельного объекта описывалось в рамках оболочечной модели [3], которая рассматривает биологический объект как сферическую тонкую вязкоупругую оболочку, окруженную внутренней и наружной жидкостью. Оболочка характеризуется тремя основными константами K_a, μ и T_0, характеризующими соответственно ее модуль растяжения, модуль сдвига и поверхностное натяжение.

В результате данного исследования была создана установка для возбуждения колебаний хориона эмбриона Danio rerio и оптического наблюдения за деформациями хориона, возникающими в результате этих колебаний. Преимущество оптического метода заключается в

том, что он неинвазивен, а, следовательно, не нарушает жизнедеятельности биологического объекта и не вносит помех в результаты исследования.

Колебания модельного объекта возбуждались бесконтактным способом при помощи устройства, состоящего из двух закрепленных на кантилевере магнитов, способных колебаться с заданной частотой.

Полученное при помощи видеокамеры изображение обрабатывалось программой, написанной на языке Python, для выявления наибольшей амплитуды колебаний объекта и, следовательно, резонансной частоты.

Установка показала хорошие результаты при тестировании на объектах с известной частотой собственных колебаний и, таким образом, может быть использована для дальнейших исследований механических свойств биологических объектов.

Список литературы

1. Mariette M.M., Buchanan K.L. Good vibration in the nest. // Nature Ecology & Evolution. 2019. V. 3. № 8. pp. 1144-1145.
2. Noguera J.C., Velando A. Bird embryos perceive vibratory cues of predation risk from clutch mates. // Nature Ecology & Evolution. 2019. V. 3. № 8. pp. 1225-1232.
3. Zinin P.V., Allen J.S. III, Levin V.M. Mechanical resonances of bacteria cells. // Physical Review. 2005. V. 72. № 6. pp. 061907. DOI: https://doi.org/10.1103/PhysRevE.72.061907.

УДК 004.932.72'1

ГЕОЛОКАЛИЗАЦИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПО СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ НА ОСНОВЕ ГРАФОВОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Клюев В.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
klyuev.vladislav01@mail.ru
Научный руководитель: Вязовых М.В., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

В настоящее время для определения местоположения беспилотного летательного аппарата (ЛА) используются спутниковая система навигации GPS или российский аналог – система ГЛОНАСС. Кроме спутниковых также используются инерциальные навигационные системы.
В силу различных обстоятельств сигнал с навигационных спутников может быть недоступен или потерян, а точность инерциальных систем не всегда позволяет эффективно решать поставленные задачи, что зачастую приводит к авариям ЛА. Поэтому стоит актуальная задача создания системы навигации, независимой от спутниковых сигналов и обладающей повышенной точностью по сравнению с инерциальными навигационными системами.
В данной работе обучение сопоставлению визуальных признаков рассматривается как поиск частичного присвоения между двумя наборами локальных дескрипторов. Для этого используется стратегия сопоставления на основе графов с помощью решения задачи линейного присвоения, которая, будучи сведена к задаче оптимального переноса, может быть решена дифференцируемо. Кроме того, в архитектуру нейросети добавляется блок, использующий механизм внимания, который позволяет извлекать из изображения контекстную информацию.
Сопоставление локальных дескрипторов состоит из:

1) обнаружения особых точек;
2) вычисления визуальных дескрипторов;
3) сопоставления дескрипторов;
4) фильтрации неправильных совпадений.

Ранее опубликованные работы для сопоставления часто фокусируются на изучении более совершенных детекторов и локальных дескрипторов, полученных из данных с помощью

сверточных нейронных сетей [1]. Однако, они работают с совпадениями, полученными с помощью поиска ближайшего соседа и, таким образом, игнорируют структуру присвоения и визуальный контекст. Разрабатываемая нейронная сеть, напротив, одновременно выполняет агрегацию контекста, сопоставление и фильтрацию в рамках единой сквозной архитектуры.

В задаче сопоставления изображений следует использовать некоторые закономерности окружающего мира: двумерные особые точки являются проекциями выступающих трехмерных точек, таких как углы или блобы, таким образом, соответствия между изображениями должны соответствовать определенным физическим ограничениям:

- особая точка может иметь не более одного соответствия на другом изображении;
- некоторые точки могут не иметь совпадения из-за отсутствия пары на другом изображении.

Эффективная модель сопоставления признаков должна быть направлена на поиск всех соответствий между проекциями одних и тех же особых точек и идентификацию особых точек, которые не имеют совпадений. Нейросеть проектируется с целью решения задачи транспортной оптимизации, где матрица затрат прогнозируется самой нейросетью.

Если изображения A и B имеют M и N локальных особенностей соответственно, то вышеизложенные условия к особым точкам налагают некоторые ограничения на матрицу соответствий $\boldsymbol{P}$. Кроме того, для интеграции в последующие задачи каждое возможное соответствие должно иметь значение достоверности. Поэтому определим следующие условия:

$$P = [0,1]^{M\times N} \tag{1}$$

$$\begin{cases} P * 1_N \leq 1_M \\ P^T * 1_M \leq 1_N \end{cases} \tag{2}$$

Экспериментальный анализ показал, что разработанный алгоритм позволяет проводить поиск совпадений на двух изображениях, существенно отличающихся ракурсами съемки и уровнем освещенности, что в значительной мере превосходит существующие алгоритмы навигации по визуальным признакам. Ошибка позиционирования определялась как евклидово расстояние между эталонной ключевой точкой и фактически найденным совпадением. Среднее значение погрешности разработанного алгоритма для серии снимков в ходе эксперимента не превышало 10 пикселов, в то время как существующие корреляционные алгоритмы [5] выдавали погрешность в несколько сотен или тысяч пикселов в зависимости от ракурса камеры и освещенности.

Список литературы

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений / изд. 3-е, испр. и дополн. М.: Техносфера, 2012. 1104 с.

УДК 681.7.02, 535.42

АНАЛИЗ ТОЧНОСТНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОДИФИЦИРОВАННОГО МЕТОДА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО РАССЕЯНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ НА БАЗЕ РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА

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 настоящее время существует потребность в контроле качества поверхностей, уровень шероховатости которых находится в пределах единиц и долей нанометра, что в первую очередь

касается областей астрономической оптики и активных элементов сверхмощных лазерных сред. Одним из методов, позволяющих с достаточным уровнем точности аттестовать такие поверхности, является метод дифференциального рассеяния, заключающийся в преобразовании индикатрисы рассеянного на поверхности излучения в статистические параметры поверхности, такие как среднеквадратичная шероховатость и функция спектральной плотности отклонений поверхности. На базе данного метода была разработана функциональная схема прибора контроля, включающая в себя два промышленных робота, отвечающих за пространственное положение осветительного и приёмного каналов и их совместное движение в процессе измерения индикатрисы излучения.

При анализе научных источников было выявлено, что у обозначенного метода контроля есть свои недостатки. Во-первых, используемые математические модели связи индикатрисы и функции спектральной плотности применимы далеко не для всех поверхностей (например, используемое в работе приближение малых возмущений даёт достоверный результат лишь для поверхностей со среднеквадратичной шероховатостью не более нескольких десятков нанометров). Во-вторых, существующие аппаратные ограничения (критические углы наклона приёмного канала, шумы фотоприёмника, рассеяние на молекулах) приводят к ограничению диапазона углов, для которого возможно измерить индикатрису рассеяния, что в итоге влечёт неточное восстановление функции спектральной плотности и, в дальнейшем, среднеквадратичной шероховатости [1]. В перспективе планируется использовать аппроксимацию, которая позволит заменить недостающие «хвосты» индикатрисы.

На базе проведённого исследования и разработанной схемы были оценены следующие источники погрешности: влияние аппаратных ограничений на результат восстановления статистических параметров качества поверхности и точностные характеристики промышленного робота, ведь точность отсчёта угла сканирования в результате также внесёт свой вклад в погрешность измерения шероховатости.

В ходе анализа первого аспекта была разработана математическая модель метода, анализ которой показал, что при неоптимальном выборе длины волны лазера подсвета и угла его падения на поверхность уже возможны достаточно большие погрешности в определении шероховатости (более чем 100%). При оценке влияния ограниченного диапазона углов сканирования приёмного канала, а также шумов фотоприёмника и поверхностного рассеяния на молекулах, было выявлено, что наибольшую погрешность вносит именно диапазон углов сканирования, когда как шумы фотоприёмника (был выбран фотоэлектронный умножитель) и рассеяние на поверхностных молекулах вносят меньшие искажения в процесс измерений.

В рамках анализа точностных характеристик робота была разработана схема контроля этих параметров, заключающаяся в измерении этих характеристик из обработки сдвигов лазерного пятна по матрице видеокамеры. В паспорт робота [2] внесён лишь один параметр точности – повторяемость (степень воспроизводимости движения запястья робота), но в дальнейшем более значимой характеристика в обозначенных ранее рамках его применения является точность углового перемещения, которая и была измерена и составила 0,004 градуса.

Таким образом, на данном этапе была разработана функциональная схема прибора контроля, теоретически определено влияние аппаратных ограничений на результат измерения шероховатости, измерена точность углового перемещения используемого роботизированного комплекса. В дальнейшем планируется экспериментальная апробация данного метода, анализ оставшихся источников погрешности, расчёт итоговой погрешности метода, расширение используемой математической модели в сторону возможности измерения более грубых поверхностей, используя другие приближения для решения дифракционного интеграла.

Список литературы

1. Денисов Д.Г. Анализ влияния ограничительных факторов в методе дифференциального рассеяния при контроле поверхностных неоднородностей субнанометрового уровня профилей оптических деталей // Прикладная физика. 2022. № 1. С. 89–96.

2. DOBOT CR3 Robotic Arm | Lightweight Cobot for Flexible Manufacturing Automation // Dobot Robotics - Official website. URL: https://dobot-robots.com/products/cr-series/cr3.html (Дата обращения: 10.03.2024).

УДК 621.372.8

РАСПРЕДЕЛЕННЫЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДЕФОРМАЦИИ

Рубцов Е.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
rubtsov.2003inbox@mail.ru
Научный руководитель: Пнев А.Б., д.ф.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Волоконно-оптические системы мониторинга деформации – это устройства или системы, предназначенные для измерения и регистрации формы, размеров или напряжений различных материалов конструкций и сред посредством преобразования собственной деформации датчиков в электрический сигнал. Они играют важную роль в современных инженерных системах и научных исследованиях. Волоконные датчики деформации позволяют контролировать и анализировать механические свойства объектов, а также предсказывать возможные проблемы и сбои в работе конструкций. В настоящее время широко распространены системы мониторинга деформации на основе Брэгговских датчиков и Бриллюэновской рефлектометрии [1]. Однако они обладают рядом недостатков: у первых существуют ограничения по максимальному числу мультиплецируемых датчиков до десятков волоконных Брэгговских решеток в линии, у вторых недостатком являются низкое быстродействие и высокая погрешность измерения.

Цель работы: разработка быстродействующей альтернативной распределенной системы мониторинга деформации на основе слабоотражающих волоконных Брэгговских решеток с высокой мультиплексируемостью датчиков в линии.

Интерференционная схема волоконно-оптического датчика деформации с оптическим гибридом.

В предлагаемой нами схеме излучение с лазера разделяется разветвителем 1x2 [2] на две части. Первая из которых отражается от слабоотражающих Брэгговских решеток и попадает на вход оптического гибрида, дважды пройдя при этом циркулятор. Амплитуда второй части излучения усиливается за счет аттенюатора таким образом, чтобы значения амплитуд двух сигналов были одинаковыми. Затем обе части попадают в оптический гибрид, предназначенный для восстановления фазы сигнала путем добавления дополнительной постоянной разности фаз в соответствии с формулой (1).

$$OUTn = Reference + Signal * \exp\left(i * n * \frac{\pi}{2}\right), \quad (1)$$

где n – номер выходного канала 0, 1, 2, 3, $Reference$ – канал лазера, $Signal$ – сигнальный канал.

После чего каналы 0, 2 и 1, 3 попарно поступают на два балансных приемника излучения. Для получения значения разности фаз между двумя СВБР используется алгоритм метода восстановления фазы по двум сигналам [3] с использованием следующей формулы (2).

$$I_{\Pi}(t) = \int [P_1(t) * P_2'(t) - P_1'(t) * P_2(t)]dt, \quad (2)$$

где $P_1(t)$ и $P_2(t)$ – сумма и разность двух входных сигналов с балансных приемников излучения. $P_1'(t)$ и $P_2'(t)$ – производные по времени, $I_{\Pi}(t)$ – восстановленная фаза.

В результате получается зависимость восстановленной разности фаз от времени.

Предлагаемая интерференционная распределенная система мониторинга деформации использует слабоотражающие волоконные Брэгговских решетки, имеющие малый коэффициент

отражения, что позволяет разместить на одной линии более сотни датчиков. Также эта схема не нуждается в накоплении сигнала или в перестройке лазера на другую длину волны, а, следовательно, ее быстродействие выше, чем у альтернативных Бриллюэновских и Брэгговских систем мониторинга деформации. Получившаяся погрешность измерения датчика составляет 20 мкм/м.

Список литературы

1. Hartog A.H. An introduction to distributed optical fibre sensors. Boca Raton: CRC press, 2017. 472 p.
2. Лиокумович Л.Б. Волоконно-оптические интерферометрические измерения. Санкт-Петербург.: Издательство Политехнического университета, 2007. 109 с.
3. Dandridge A., Tveten A.B., Giallorenzi T.G. Homodyne demodulation scheme for fiber optic sensors using phase generated carrier // IEEE Transactions on microwave theory and techniques. 1982. V. 30, № 10. pp. 1635-1641.

УДК 535.21

ИНАКТИВАЦИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БИОПЛЕНОК МЕТОДОМ ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННОГО ПРЯМОГО ПЕРЕНОСА

Ултургашева Е.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
e.ulturgasheva@lebedev.ru
Научный руководитель: Гулина Ю.С., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Метод лазерно-индуцированного прямого переноса (ЛИПП) представляет собой технологию аддитивного производства, основанную на использовании лазерного излучения для переноса материала от донорной подложки к акцепторной без промежуточных стадий, как инновационный и перспективный подход в различных областях науки [1], в том числе и для применения в биомедицине. В данной работе использовался метод ЛИПП для нанесения антибактериальных частиц меди на бактериальные биопленки, а также на свиную кожу, на которую предварительно была нанесена бактериальная культура. Суть метода состоит в том, что лазерный луч фокусируется на границе раздела подложка-металлический слой; когда материал нагревается выше температуры кипения, результирующее давления пара на границе “выбрасывает” донорный материал в сторону акцепторной подложки.

Актуальность работы состоит в том, что бактериальные биопленки распространены повсеместно на различных поверхностях [2] и, находясь в таком состоянии, представляют большую опасность, т.к. являются более резистивными ко многим внешним воздействиям, включая антибиотики, дезинфицирующие средства и другие антибактериальные агенты.

В качестве донорной подложки использовались тонкие пленки меди на полиэтилентерефталате (ПЭТ), а в качестве акцепторных подложек использовались бактериальные биопленки на стекле и свиная кожа с нанесенной на нее планктонной культурой *Salmonella spp.* Медная пленка толщиной 120 нм осаждалась на полимерную подложку методом магнетронного напыления в атмосфере аргона (SC7620 (Quorum). В экспериментальной установке использовался наносекундный лазер HTF MARK(ОКБ Булат, Москва, Россия) на ионах Yb3+ (длина волны: 1064 нм, длительность импульса на полувысоте: 120 нс, максимальная энергия в импульсе: 1мДж, частота повторения импульсов до 80 кГц). Лазерный луч фокусировался гальваносканером с фокусным расстоянием объектива 160 мм в фокальное пятно шириной 40 мкм на медной пленке и производилось сканирование области 11x11 мм^2, которая позволяла полностью покрыть поверхность свиной кожи слоем наночастиц (НЧ) меди.

Оптимальный режим переноса соответствует энергии 0.3 мДж, скорости сканирования 2000 мм/с и расстоянию между донорной и акцепторной подложкой 2 мм.

Было исследовано влияние толщины медной пленки на антибактериальные свойства. Оценка антибактериальной активности посредством микробиологических высевов (подсчет колониеобразующих единиц (КОЕ)) показала, что при использовании донорной пленки меди толщиной от 120 до 20 нм происходит полное уничтожение бактерий на поверхности свиной кожи. Контроль составил: 7x10^5 КОЕ/мл, с частицами меди: 0.

Также помимо наночастиц меди были перенесены и другие наночастицы металлов, таких как серебро и золото. Подсчет КОЕ в случае переноса серебряных НЧ с пленки толщиной 100 нм составил 0, что говорит о проявлении антибиопленочных свойств металла.

Однако при использовании золотой пленки толщиной 180 нм контроль наночастицы не изменил своего значения.

Таким образом, следующим этапом работы будет проведение экспериментальных исследований *invivo*.

Благодарность: работа поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (соглашение № 075-15-2023-603).

Список литературы

1. Nastulyavichus A., Kudryashov S., Shelygina S., Ulturgasheva E. One-step additive LIFT printing of conductive elements // Laser Phys. Lett. 2024. Vol. 21. № 035603. pp. 1-5.
2. Настулявичус А.А. Генерация наночастиц металлов подгруппы меди лазерным излучением и их антибактериальное применение: дис. ... к.ф.-м.н. (1.3.19). Физический институт им. П.Н. Лебедева, Москва, 2022. 128 с.

УДК 681.7.02

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОПТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ ПО АНАЛИЗУ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СПЕКЛ-СТРУКТУРЫ РАССЕЯННОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Фролова В.Е., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
v.e.frolova@mail.ru
Научный руководитель: Денисов Д.Г., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Актуальной задачей оптической промышленности является контроль качества поверхностей деталей быстрыми и точными методами на различных этапах производства с целью выявления определенных типов неоднородностей. В частности, в данной работе уделено внимание контролю качества оптических поверхностей после промывки различными растворами. Пленочные осаждения, возникающие после промывки предлагается анализировать с помощью определения статических характеристик спекл-структуры.

Для анализа поверхностных неоднородностей оптических деталей используются различные методы, имеющие свои достоинства и недостатки. Конфокальная микроскопия дает возможность получения трехмерного изображения высокого разрешения, но для пленочных осаждений, имеющих разный коэффициент отражения данный метод не всегда дает корректные результаты [1]. Аналогично и для интерферометра белого света пленка может быть различна по толщине, что приводит к нарушению условия интерференции и необъективным результатам измерений [2]. Методы, основанные на полном интегральном и дифференциальном рассеянии, требуют сложной калибровки, юстировки, оценки инструментальной погрешности. Поэтому для поставленной задачи был разработан собственный макет прибора, состоящий из источника

излучения, линзовой системы, М2 датчика и контролируемой поверхности. Данный метод является наиболее оперативным, т.к. для его реализации необходимо лишь сформировать качественный пучок, измерив параметр лазерного пучка с помощью М2 датчика. С помощью программного обеспечения были получены значения среднеквадратического контраста для оптических поверхностей, промытых водой и ацетоном. Для образца, промытого водой, значение контраста составило - 0,78, а для промытой ацетоном поверхности - 0,47.

Среднеквадратический контраст спекл-структуры может нести информацию о качестве оптической поверхности [3]. Для оценки применимости данного метода при контроле деталей был проанализирован алгоритм, в основе которого лежит модель амплитудного экрана поверхности. Базовая формула для определения контраста спекл-структуры имеет вид:

$$C^2 = \left\langle \Delta I^2 \right\rangle / \left\langle I^2 \right\rangle \tag{1}$$

На основе принятой модели вводятся функция спектральной когерентности, квадрат которой является функцией спектральной корреляции. Характеристическая функция статистического момента имеет нормальный закон распределения. С учетом приближений получено следующее выражение взаимосвязи среднеквадратического контраста и среднеквадратического отклонения (СКО) пленочного осаждения:

$$C^2 = 1 - [1 + N^{-1}(\exp(\sigma^2 k^2) - 1)]^{-2} \tag{2}$$

Было проведено математическое моделирование зависимости в среде Matlab для нескольких длин волн источников излучения и различного количества отражающих площадок на поверхности - фазоров. Полученные графические результаты дают возможность определить СКО пленки при известных значениях контраста. В ходе экспериментальной апробации с учетом используемого в макетном образце источника, имеющего длину волны 473 нм и ширину спектральной линии 3 нм, были установлены следующие данные: СКО пленочного осаждения 117 нм при C = 0,47; СКО пленки 145 нм при C = 0,78, что соответствует имеющимся результатам по измерению СКО пленки другим методом с погрешностью, не превышающей 10%. Следовательно, можно говорить о возможности контроля качества оптических поверхностей по анализу статистических характеристик спекл-структуры.

Список литературы

1. Liu J., Liu J., Liu C., Wang Y. 3D dark-field confocal microscopy for subsurface defects detection // Optics Letters. 2020. V. 45. № 3. pp. 660-663.
2. Азарова В.В., Чертович И.В., Цветкова Т.В. Особенности применения интерферометра белого света для контроля качества прецизионных поверхностей и лазерных зеркал // Концентрированные потоки энергии в космической технике электронике, экологии и медицине: труды Межвузовской научной школы молодых специалистов. М.: КДУ, 2010. С. 44-50.
3. Денисов Д.Г., Карасик В.Е. Анализ влияния спекл-структуры на качество изображения интерференционной картины при контроле крупногабаритных оптических поверхностей на стадиях шлифования // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Приборостроение. 2011. № 2. С. 36-47.

УДК 681.772.7

ЗЕРКАЛЬНО-ЛИНЗОВАЯ ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА С 12 КРАТНЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ ФОКУСНОГО РАССТОЯНИЯ

Чуканова В.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
chukanova.lera@yandex.ru
Научный руководитель: Тимашова Л.Н., к.т.н, доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

В наше время тепловизионные инфракрасные видеокамеры находят широкое применение. На данный момент существуют оптические системы как с непрерывным изменением фокусного расстояния, так и с дискретным. В системах со сменным фокусным расстоянием может быть реализована большая разница в фокусных расстояниях – до 15 и более крат. Известные двухканальные оптические системы имеют две плоскости изображения, требующие использования двух приемников излучения [1].

В настоящей работе предложена двухканальная зеркально-линзовая система со сменным фокусным расстояние и единым для двух каналов приемником излучения [2].

Оптическая система состоит из узкопольного канала с зеркальным телеобъективом и широкопольного канала с линзовым объективом [3]. Оба канала расположены на одной оптической оси и содержат телескопическую систему Галилея (ТСГ). ТСГ узкопольного канала – это зеркальная система с угловым увеличением >1, ТСГ для широкопольного канала – это линзовая система с угловым увеличением <1. Каналы объединяются объективом, фокусирующим изображения одинакового размера от разных каналов в одной плоскости.

Дискретное изменение фокусного расстояния осуществляется с помощью подвижной диафрагмы, расположенной за главным зеркалом зеркальной ТСГ на оси миниатюрного двигателя. Двигатель за счет управления с компьютера поворачивает диафрагму на четко определенные углы, открывая или перекрывая тот или иной каналы.

Двухканальная зеркально-линзовая система рассчитана для спектрального диапазона излучения 8-14 мкм и предназначена для регистрации изображения микроболометрическим матричным приемником излучения. Угловые поля оптической системы равны 30 градусов и 2,5 градусов. Перепад фокусных расстояний или увеличений составляет 12 крат.

Видеокамера с разработанной оптической системой может быть использована, например, в охранных системах для наблюдения и распознавания фигуры и лица человека на дальности более 100 метров.

Список литературы

1. Ермолаева Е.В., Лившиц И.Л., Васильев В.Н., Миморов И.В. Зеркально-линзовый вариообъектив. Патент 127949 РФ. Опубл. 19.10.2018.
2. Тимашова Л.Н., Ковалев Е.Е. Инфракрасная видеокамера с дискретным изменением фокусного расстояния на базе зеркального телеобъектива. // Контенант. 2023. Т. 22. № 1. С. 1 – 8.
3. Алимов А.Е., Толочков Д.В. Инфракрасный объектив с дискретным изменением фокусного расстояния. Патент 2697940 РФ. Опубл. 21.08.2019.

СЕКЦИЯ «ЭЛЕМЕНТЫ ПРИБОРНЫХ УСТРОЙСТВ»

УДК 62-592.112

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ТОРМОЗНОЙ ПРИВОД

Давыдов В.Ю., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
ychebn1y@yandex.ru
Научный руководитель: Перминова Е.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
Научный консультант: Калинин А.В., к.т.н., с.н.с.
МГТУ им. Н.Э. Баумана факультет «Специальное машиностроение»

В данной работе разрабатывается тормозной привод для двухосного транспортного средства, а именно электробуса КамАЗ-6282, с максимальной допустимой массой 18000 кг.

Тормозная система – система, функции которой направлены на частичную или полную остановку транспортного средства. В настоящее время в автомобилестроении широко распространены гидравлические тормозные системы. Данные системы преобразуют механическую силу от педали тормоза в гидравлическое давление, воздействующее на тормозную колодку. Колодка прижимается к тормозному диску, возникают силы трения, и кинетическая энергия транспортного средства преобразуется в тепловую, после чего рассеивается.

В рассматриваемой работе предлагается конструкция электромеханического тормозного механизма, которая в настоящее время редко используется на транспортных средствах. Отличия данного привода в том, что энергия от аккумуляторных ячеек передаётся напрямую приводу, тем самым достигается хороший коэффициент полезного действия привода, а также появляется возможность автоматизации системы. В настоящее время электромеханические тормоза в большинстве своём реализуют с использованием серводвигателя, различных типов редукторов (цилиндрические, червячные, планетарные), а также шарико-винтовой передачи.

Разработанный в данной работе механизм состоит из моментного электродвигателя, планетарного редуктора, шарико-винтовой передачи, элементов электрической схемы управления, а также корпуса с элементами крепления и ограничений движений.

Моментный двигатель создаёт на валу большой момент, а также позволяет точно управлять положением рабочего органа привода. Это достигается за счёт расположения большего количества магнитных полюсов на роторе электродвигателя. Благодаря этому появляется возможность использовать редуктор с небольшим передаточным числом, что уменьшает габариты редуктора и привода в целом. Для закрепления моментного двигателя на валу используется специальная втулка, которая закрепляется с ротором моментного двигателя с помощью винтов. Для управления двигателем на валу устанавливается датчик положения угла поворота, в данном случае используется инкрементный угловой энкодер.

Для преобразования вращательного движения в поступательное используется ШВП. Так как в ШВП винт взаимодействует с гайкой не напрямую, а через шарики, это позволяет повысить коэффициент полезного действия привода в целом, а также увеличить точность отработки привода. Для защиты ШВП от попадания грязи, влаги, пыли или других инородных тел в корпусе установлены защитные уплотнения. На винте ШВП размещается подшипниковый узел, воспринимающий возникающие в приводе радиальные и осевые нагрузки.

В качестве редуктора в приводе был сконструирован одноступенчатый планетарный редуктор, собранный по схеме Джеймса. Данное решение позволяет получить большее передаточное отношение при тех же габаритах, по сравнению с цилиндрическим редуктором, а также позволяет сделать привод соосным. Это позволяет упростить размещение

электромеханического тормозного привода в транспортном средстве. В конструкции редуктора предусмотрено смазывание зубчатых колёс и подшипников методом разбрызгивания.

Надёжность системы электромеханических тормозов высока, так как при отказе одного из приводов остальные остаются работоспособными, что невозможно, или сложно реализуемо в гидравлических системах 2х2. Предложенная конструкция позволяет получить ряд важных преимуществ, таких как надёжность, быстродействие системы и возможность её автоматизации, что позволяет иначе рассмотреть проектирование тормозных приводов [1-3].

Список литературы

1. Перминова Е.А., Буцев А.А., Иванов С.Е., Нарыкова Н.И. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании: учебно-методическое пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. 138 с.
2. Балякин В.Б., Барманов И.С. Расчёт и проектирование планетарных передач авиационных редукторов: учебное пособие. М.: Издательство Самарского университета, 2020. 76 с.
3. Микеров А.Г., Рубцова Е.А. Выбор моментных двигателей систем автоматического управления по их энергетическим и динамическим показателям. // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2010. № 6. С. 58-69.

УДК 681.2-5

РАЗРАБОТКА ПРИВОДА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО НАВЕДЕНИЯ ПОЖАРНОГО ЛАФЕТНОГО СТВОЛА

Кузенкина Е.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
lizkuzeniru@yandex.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»

Использование при тушении пожаров лафетных стволов с дистанционным управлением или созданных на их базе роботизированных лафетных стволов позволяет увеличить эффективность пожаротушения, а также снизить риски для жизни работников спасательных служб. Целью данной работы является разработка привода, позволяющего произвести наведение лафетного ствола в заданное положение.

Для управления приводом был выбран шаговый двигатель, так как он способен обеспечить точное перемещение на заданный угол и не требует обратной связи. Ещё одним существенным требованием является напряжение питания выбранного двигателя, обусловленное условиями эксплуатации лафетного ствола. Рабочее напряжение выбранного двигателя равняется 24В, что соответствует требованиям ГОСТ Р 55622—2013 «Системы безопасности комплексные. Стволы гидравлические лафетные с дистанционным управлением».

Для обеспечения плавности работы привода на последней ступени решено использовать винтовую эвольвентную передачу. Использование данного типа передачи позволяет также оптимально расположить привод относительно основной конструкции ствола. Это реализуется за счёт возможности винтовой эвольвентой передачи скольжения передавать вращение между звеньями со скрещенными под любым углом осями. Основными материалами для изготовления лафетных стволов являются литейные алюминиевые сплавы или нержавеющие стали. Так как зубья последнего зубчатого колеса решено было нарезать непосредственно на «трубе» лафетного ствола, для обеспечения необходимых прочностных характеристик, материалом выбрана нержавеющая сталь. Альтернативным вариантом может стать изготовление лафетного ствола из

литейного алюминиевого сплава и зубчатого колеса из нержавеющей стали и последующая установка колеса в натяг.

Необходимое передаточное отношение при небольших габаритах достигается использованием планетарной передачи. Использование нескольких одинаковых сателлитов также помогает эффективно распределить нагрузку и добиться высокого значения КПД. Для данного привода выбран распространённый вариант с передачей вращения от солнечной шестерни к водилу, через сателлиты, эпицикл при этом остановлен. Использование двух ступеней позволяет значительно увеличить передаточное число.

Для соединения валов выхода планетарной передачи и винтовой эвольвентной шестерни использована цилиндрическая эвольвентная прямозубая передача. Для защиты редуктора от агрессивной внешней среды, определяемой условиями эксплуатации лафетного ствола предполагается использование дополнительного защитного кожуха, полностью закрывающего привод [1-3].

Список литературы

1. Курлов Б.А. Винтовые эвольвентные передачи: справочник. М.: Машиностроение, 1981. 176 с.
2. Кудрявцев В.Н., Кирдяшев Ю.Н., Гинзбург Е.Г., Державец Ю.А., Иванов А.Н., Кисточкин Е.С., Кузьмин И.С., Филипенков А.Л. Планетарные передачи: справочник. / под ред. докторов техн, наук В.Н. Кудрявцева и Ю.Н. Кирдяшева. Л.: «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1977. 536 с.
3. Перминова Е.А., Буцев А.А., Иванов С.Е., Нарыкова Н.И. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании: учебно-методическое пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. 138 с.

УДК 528.71

ПРИВОД ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-НАВИГАЦИОННОГО ПОЛЯ БПЛА И НАЗЕМНОГО РТК

Кузнецов П.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
pkuznetzow@yandex.ru
Научный руководитель: Перминова Е.А. к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
Научный консультант: Носков В.П., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Практически все принятые на вооружение и разрабатываемые робототехнические комплексы наземного (РТК) и воздушного (БПЛА) базирования являются дистанционно-управляемыми, в то время как подавляющее большинство спецопераций с использованием робототехнических средств проводятся в индустриально-городских средах, изобилующих экранированными зонами, в которых обеспечить надежную связь между объектом и пунктом дистанционного управления затруднительно [1]. Поэтому востребованы роботы с автономными системами управления (автовождения) способные функционировать в экранированных зонах и в зонах вне действия средств связи и без участия человека-оператора.

РТК, ориентированные на функционирование в индустриально-городских средах (в том числе и в зданиях), имеют небольшую скорость движения (около 1 м/с). Поэтому время формирования модели рабочей зоны получается неприемлемо большим и не обеспечивает оперативность проведения операций [2]. Для преодоления данного недостатка целесообразно использовать БПЛА, имеющий существенно большую скорость передвижения, позволяющую

обеспечить оперативность формирования модели рабочей зоны и определения текущих координат объектов управления.

БПЛА должен решать две основные задачи: формирование модели окружающего пространства (для передачи на наземный РТК) и навигационную задачу (корректировка траектории собственного движения). Для этого необходимо чтобы зона обзора представляла собой некоторый сферический сегмент, включающий нижнюю полусферу и заходящий за линию горизонта (примерно на 30 градусов), чтобы обеспечить безопасное перемещение БПЛА. Угол развертки камеры глубины ограничен и не позволяет получить необходимый сферический сегмент в статичном состоянии. Поэтому необходим привод, который будет обеспечивать поворот сканера для расширения зоны сканирования.

В качестве сенсора была выбрана камера глубины Realsense D435, которая имеет углы развертки: по горизонту 87 градусов, по возвышению 58 градусов. Для формирования нужного сферического сегмента обзора привод должен обеспечивать качание в вертикальной плоскости, поворот по азимуту будет осуществляться поворотом БПЛА на 90 градусов.

Одним из важнейших факторов при разработке такого привода является его масса. Это связано с тем, что данный привод будет являться оснасткой для БПЛА, поэтому основные конструктивные элементы будут сделаны из пластика. В состав привода будет входить редуктор для получения нужного передаточного отношения. Тип редуктора – планетарный. В качестве материала для основных элементов редуктора: эпицикла (он же корпус редуктора), солнечного колеса и сателлитов был выбран пластик PETG, так как он имеет большую прочность, а в качестве материала для остальных конструктивных элементов: крышки редуктора, крепления сенсора был выбран пластик ABS, так как имеет меньшую плотность. Детали, при помощи которых происходит фиксация основных элементов привода: двигателя и сенсора, при помощи резьбового соединения, выполнены из стали для обеспечения более надежного соединения. Для достижения необходимого передаточного отношения был выбран планетарный редуктор по схеме Джеймса, имеющий 3 ступени с равным передаточным отношением [3].

Оснащение БПЛА данным приводом позволит в реальном времени (в темпе полета БПЛА) формировать информационно-навигационное поле рабочей зоны, что обеспечит оперативность планирования и выполнения различных операций с использованием робототехнических средств воздушного и наземного базирования.

Список литературы

1. Лапшов В.С., Носков В.П., Рубцов И.В., Рудианов Н.А., Гурджи А.И., Рябов А.В., Хрущев В.С. Перспективы разработки автономных наземных робототехнических комплексов специального военного назначения // Известия ЮФУ. Технические науки. 2016. № 1 (174). С. 156-168.
2. Баричев Ю.С., Гойдин О.П., Носков В.П., Собольников С.А. Формирование информационно-навигационного поля роботов воздушного и наземного базирования в урбанизированной среде // Известия ЮФУ. Технические науки. 2024. № 1. С. 213-225.
3. Перминова Е.А., Буцев А.А., Иванов С.Е., Нарыкова Н.И. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании: учебно-методическое пособие / под ред. В.А. Городничева. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. 138 с.

УДК 62-235

ДВУХСТУПЕНЧАТАЯ КОРОБКА ПЕРЕДАЧ ДЛЯ КОЛЁСНОГО БОЕВОГО РОБОТА

Садовец Р.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
r.sadovec1296@yandex.ru
Научный руководитель: Перминова Е.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

На существующем этапе развития прорывных технологий, одним из наиболее востребованных и перспективных направлений инженерной деятельности в Российской Федерации (далее – РФ) является роботизация и автоматизация механообрабатывающей промышленности, разработка разнопрофильных робототехнических и мехатронных устройств, комплексов. Согласно распоряжению правительства РФ от 11 апреля 2023 г. №889-р, подписанного Председателем Правительства РФ М.В. Мишустиным, в целях развития инженерной мысли и поддержки современных цифровых технологий, было рассмотрено и принято предложение Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ об ежегодном проведении Международного чемпионата по Битве Роботов (далее – чемпионат), начиная с 2023 года.

В рамках проведения чемпионата, команды-участники разрабатывают боевого робота массой до 113 кг., предназначенного для участия в контактных поединках 1 на 1 (далее – бой). Особенностями хода боев является их непредсказуемый характер, связанный с полным контактом роботов, в результате которого наносятся повреждения роботу противника. Продолжительность боя три минуты, либо до нанесения критических повреждений роботу команды-противника, при котором робот более не сможет продолжать движение.

Неотъемлемой составляющей робота является электромеханический привод (далее – ЭМП). Он необходим для преобразования и передачи крутящего момента от двигателя к движителю (колесный или гусеничный) и обеспечения требуемой линейной скорости перемещения робота. В результате контакта роботов возникают значительные перегрузки, в виде ударов, падений и других видов воздействия, как на корпус, так и на его устройства. В частности, чтобы сохранить подвижность робота до конца боя, к ЭМП предъявляются повышенные требования к его эксплуатационным характеристикам. На основе представленных аргументов можно констатировать, что разработка технического решения ЭМП для применения на ходовой части боевого колесного робота в весовой категории до 113 кг. – является нетиповой и актуальной задачей.

Основным фактором воздействия на устройства робота являются ход и тактика ведения боя, определяемая пилотом, функциональными и техническими возможностями робота. Для усиления боевого потенциала робота и увеличения маневренности при движении, было принято решение разработать двухступенчатую коробку переключения передач (далее КПП), предоставляющую возможность пилоту изменять передаточное число в процессе боя. К особенностям разрабатываемой КПП можно отнести: 1 – удаленный доступ к функциональным элементам КПП; 2 – возможность работы при непрерывной нагрузке на выходном валу.

КПП имеют широкое применение в автомобилестроении. КПП классифицируются *по способу преобразования крутящего момента* (ступенчатые, фрикционные, гидромеханические), *по способу управления* (механические, автоматические, полуавтоматические) и *по конструктивной специфике* (вально-шестерёнчатые, планетарные, безвальные, бесступенчатая (вариатор), роботизированная). Наибольшую популярность на рынке имеют механическая КПП (МКПП) и автоматическая КПП (АКПП) с фрикционным пакетом. Для переключения передач в АКПП применяется гидроблок (гидравлическая клапанная плита). За счёт создаваемого им гидравлического давления осуществляется плавное сжатие/разжатие пакета фрикционов, расположенных на коронных шестернях планетарных передач. Эксплуатация гидравлики крайне

усложняет конструкцию боевого робота и делает его более уязвимым перед противником, поэтому за основу технического решения принята МКПП.

Переключение передач в МКПП реализовано с помощью системы рычагов, а плавность переключения (отсутствие «дерганий» автомобиля, «хруста» внутри КПП) в большинстве коробок обеспечивается *синхронизатором*. Это устройство, за счёт шлицевого соединения, находится в постоянном зацеплении с ведомым валом, а шестерни того же вала свободно вращаются на нём. При переключении рычаги толкают зубчатую муфту синхронизатора. Первично она входит в зацепление с блокирующим кольцом, далее кольцо за счёт сил трения плавно прижимается к коническому профилю шестерни, происходит синхронизация скоростей вращения синхронизатора и шестерни. Последним этапом является вхождение зубцов муфты в нарезанные треугольные шлицы на шестерне. В основу конструкции заложен синхронизатор отечественного производства 3-4 передачи МКПП ВАЗ 2110 и блокирующие кольца к нему.

Поскольку управлением роботом осуществляется дистанционно, следующей задачей, которую необходимо решить, было обеспечение удаленного переключения передач. В качестве аналогов конструкции можно рассматривать некоторые исполнения роботизированных КПП, где переключение передач осуществляется посредством вспомогательных ЭМП. Поскольку зубчатая муфта перемещаться линейно, параллельно оси выходного вала, то в конструкцию дополнительно внедрен линейный шаговый привод с удлиненным валом-винтом. Таким образом рычаг, расположенный на валу шагового двигателя, будет выступать в качестве гайки в передаче с ведущим винтом – рычаг будет линейно смещаться и переключать передачи.

В результате моделирования были получены твердотельные модели и разработаны чертежи двухступенчатой коробки передач для колесного боевого робота, которая будет устанавливаться на ходовую часть. В развитии разрабатываемого проекта, можно говорить об его применении в иных роботизированных мобильных комплексах, следящих системах, где может потребоваться схожий функционал с изменением передаточного отношения в процессе работы [1, 2].

Список литературы

1. Круташов А.В. Конструкция автомобилей: коробки передач: учебное пособие для вузов. 2-е изд., испр. и доп. изд. М.: Юрайт, 2021. 114 с.
2. Перминова Е.А., Буцев А.А., Иванов С.Е., Нарыкова Н.И. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании: учебно-методическое пособие / под ред. В.А. Городничева. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. 138 с.

УДК 621.317.7

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ОПУСКАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ЩУПА СИГНАТУРНОГО АНАЛИЗАТОРА ПЛАТ, ПОКРЫТЫХ ЛАКОМ

Сорокин Р.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
roma.v.sorokin@gmail.com
Научный руководитель: Перминова Е.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

С развитием техники, технологий производства радиокомпонентов и появлением микрочипов сложность принципиальных электрических схем и количество радиокомпонентов на печатных платах значительно возросли, что привело к увеличению размеров печатных плат и уменьшению размеров радиокомпонентов на них. В связи с массовым производством электронных устройств возникла необходимость функциональной проверки работоспособности готовых изделий или изделий, переданных в ремонт.

Одним из способов проверки печатных плат, применяемым на практике, является сигнатурный способ, основанный на методе АСА (аналоговый сигнатурный анализ) [1]. Этот метод позволяет быстро обнаруживать неисправности на компонентном уровне и используется на разных этапах производства, а также при ремонте устройства. Принцип работы АСА заключается в сравнении двух сигнатур: эталонной и полученной от испытуемого элемента или схемы. Тестирование проводится с использованием приборов, которые подают сигнал на вход электрической схемы и регистрируют отклик на выходе.

Проверку с помощью АСА возможно осуществлять с помощью специальных автоматических и ручных устройств. Устройства для автоматической проверки печатных плат применяют, как правило, только на предприятиях, выпускающих электронику в больших объёмах, и до покрытия плат защитным слоем.

В России на многих предприятиях, производящих электронику, используют автоматические устройства для проверки печатных плат, однако использование таких устройств и уже существующих решений на предприятиях ВПК (военно- промышленного комплекса), в частности на предприятиях, производящих ремонт и контроль плат, ограничено множеством факторов, одними из которых являются наличие толстого слоя лака на печатных платах, препятствующего электрическому контакту между измерительным щупом и контактами радиокомпонентов, а также неидеальность поверхности печатной платы, при которой плата фактически является скоробленной в двух направлениях.

В процессе работы была разработана уникальная конструкция, сочетающая в себе червяную передачу [2] и шарико-винтовую передачу [3], которые позволяют обеспечить необходимую точность опускания измерительного щупа. Для контроля за работой системы, чтобы в случае сбоя программы или из-за неидеальности поверхности платы игла щупа не пробила плату, в конструкции установлен тензометрический датчик к которому непосредственно крепиться иглодержатель с иглой. А кронштейн для камеры позволяет установить камеру, для определения положения компонентов на печатной плате. Также особенностью и преимуществом данной конструкции является возможность ее установки на станок с ЧПУ (числовым программным управлением) модели CNC 3020.

Таким образом была разработана конструкция, которая позволяет определять положение радиокомпонентов на плате, опускать измерительный щуп с необходимой точностью и контролировать усилие прикладываемое к печатной плате.

Список литературы

1. Крюков Д.А., Ланкин М.В., Ланкин А.М., Блажкова Е.Н., Гороховатенко Е.С. // Разработка метода аналогового сигнатурного анализа. Инженерный вестник Дона. 2021. № 8 (80). С. 474-485.
2. ГОСТ 16530-83. Передачи зубчатые. Общие термины, определения и обозначения. Межгосударственный стандарт.: Введен: 01.01.1984. Москва: ИПК. Издательство стандартов, 2004. 52 с.
3. Потапцев И.С., Нарыкова Н.И., Перминова Е.А., Буцев А.А. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании: учеб. пособие в 2 ч. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. 82 с.

УДК 617.58-77

ПРИВОД БИОНИЧЕСКОГО ПРОТЕЗА СТОПЫ

Хайруллин Ш.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
animator241@gmail.com
Научный руководитель: Перминова Е.А., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Бионическое протезирование является очень важным фактором при реабилитации и функционировании людей с утерянными конечностями. Ампутация голени – частая операция, продиктованная множеством причин, для предотвращения проблем с позвоночником и общего удобства используют бионические протезы стопы. На рынке есть несколько моделей, с различными механизмами, в основном реализованные по схеме возвратно-поступательного привода с последовательной или параллельной упругой частью, использующаяся для запасания энергии при ходьбе и беге, и для амортизации.

Был выбран бесколлекторный двигатель. Он в отличие от щёточных двигателей, он имеет меньшие массу и габариты, более длительный срок службы и нуждается в меньшем количестве обслуживания [1]. Также такие двигатели менее шумные и более энергоэффективные, и могут работать в не самых лучших климатических условиях. Шаговый двигатель, при всех его достоинствах допускает пропускание шагов, что способствует рассинхронизации позиции вала двигателя с заданной, и имеет меньшую удельную мощность.

В этой работе в качестве редуктора использована двухступенчатая цилиндрическая прямозубая передача, которая обеспечивает достаточную точность, долговечность, надёжность и бесшумность при работе [2]. Цепная передача была бы нерациональна, из-за небольших расстояний в конструкции, шуме при работе, и так же цепная передача из-за звеньев не может плавно изменять скорость – это происходит скачками [3]. Ременная передача – так же не подходит из-за габаритов конструкции, проскальзывания ремня и нужды в предварительном натяге. Использование зубчато-ременной передачи имеет больше преимуществ в сравнении с последними двумя – отсутствие шума, проскальзывания и меньшие габариты, но с получившимся передаточным числом и роликом для преднатяга – габариты цилиндрической передачи меньше.

Для преобразования вращательного движения в поступательное используется шарико-винтовая передача, которая обладает гораздо большим КПД по сравнению с винтовой передачей, так как происходят потери на трения качения шариков, а не на трение скольжения [2], и меньшей массой и стоимостью по сравнению с ролико-винтовой. Гайка ШВП имеет возвратный механизм для рециркуляции шариков, который представляет из себя внешний канал, несмотря на это гайка достаточно компактна. За счёт преднатяга уменьшается люфтовый зазор, позволяющий с большей точностью преобразовывать движение. ШВП может значительно уменьшить свой срок работы при попадании в механизм абразива, грязи и влаги, для защиты от которых передача закрывается защитным кожухом.

Для запасания энергии используется пружина сжатия, которую сжимает привод по достижении необходимого угла между стопой и голенью в сагиттальной плоскости. После перемещения центра тяжести человека вперёд пружина разжимается, имитируя работу икроножных мышц, передаёт ноге импульс, используемый для дальнейшего передвижения.

Важным фактором при разработке привода является его масса, так как при превышении массы привода в 4 килограмма, у человека могут возникать сложности с походкой, провоцируя дальнейшие проблемы в опорно-двигательной системы человека.

По результатам разработки, привод ориентирован на человека до 150 килограмм, когда аналогичные протезы ограничены 80-100 килограмм, что позволяет использовать протез в экстремальных условиях. Так же изначально закладывалась возможность прыжка, которая и

была реализована, в отличии от моделей на рынке, рассчитанных на ходьбу и бег (рассматривались модели реализованные на основе электромеханического привода).

Список литературы

1. Вольдек А. И. Электрические машины: учебник для студентов выс. техн. учебн. заведений. / 3-е изд., перераб. Л.: Энергия, 1978. 832 с., ил.
2. Кокорев Ю.А., Жаров В.А., Торгов А.М. Расчет электромеханического привода: учеб. Пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1995. 132 с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 3. / 8-е изд., перераб. и доп., под ред. И.Н. Жестковой. М.: Машиностроение, 2001. 864 с.

РАЗДЕЛ «РОБОТОТЕХНИКА И КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ»

СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА»

УДК 539.4

РАСЧЁТ НА ПРОЧНОСТЬ ПОРТАЛЬНО-ФЕРМЕННОЙ КОНСТУРКЦИИ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ГРУЗОВ

Беличенко Д.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
danil@belichenko.ru
Комаров Д.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
geskit4us@gmail.com
Морозов Е.П., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
morozovep@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Гаврюшин С.С., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

В рамках работы рассматривается методика расчета на прочность портально-ферменных конструкций с использованием системы ANSYS Mechanical APDL. Объектом изучения является инновационное проектировочное решение портально-ферменной конструкции, разработанной в МГТУ им. Н.Э. Баумана на кафедре подъёмно-транспортных систем (РК4). Конструкция предназначен для работы во всех основных климатических полюсах России Основное назначение Перемещение крупногабаритных грузов газового оборудования. То есть масса груза достигает десятков и сотен тонн, а высота по габаритам — десятки метров. Зададим основные параметры при моделировании:
В качестве элемента был выбран beam188. Для его описания были заданы 4 различных сечения и 1 материал. Сечение №1 кольцо. Используется для построения ферм между балками. Сечение №2 квадрат: используется для построения вертикальных балок, является основой несущей конструкции. Сечение №3 прямоугольник. Используется для построения балок, соединяющих опоры и «мост» Сечение №4 «Мост». Используется при построении балки между пар опор. В качестве параметров материала были выбраны средние значения для сталей: Плотность ρ=7800 кг/м3. Модуль упругости (модуль Юнга) E=2·105 Мпа. Коэффициент Пуассона ν=0.3. Конструкция состоит двух частей. Первая часть — это 4 несущие опоры, высотой 112 метров каждая. Опоры состоят из вертикальных балок, имеющих квадратное сечение, и ферм, расположенных по диагоналям, имеющих круглое сечение. Вторая часть конструкции — это так называемый «мост», соединенный через балки с прямоугольным сечением с опорами. Статический расчёт позволяет определить внутренние напряжения и перемещения элементов конструкции при действии на неё нагрузок. Это необходимо для обеспечения надёжности и безопасности сооружения. В программе ANSYS Mechanical APDL непосредственно для расчета был выбран параметр «Structural» (структурный) в разделе «Preferences» (предпочтительный тип). По завершению построения решение было получено при типе анализа «static» (статический). По результатам статического расчета при величине нагружения 100 тонн максимальное эквивалентное напряжение составило 242 МПа. Эквивалентное напряжение рассчитано по энергетической теории Хубера-Мизеса. По результатам статического расчета при величине нагружения 100 тонн максимальное векторное перемещение моста составило 114.356 мм. Расчёт на устойчивость необходим для определения критических нагрузок, при которых происходит потеря устойчивости элемента конструкции. В результате расчёта определяются

критические нагрузки, при которых начинается потеря устойчивости, а также критические формы потери устойчивости (например, изгиб, кручение, сдвиг). Эти данные используются для выбора оптимальных параметров конструкции и материалов, чтобы предотвратить возможные аварии и повреждения. Основные параметры при расчёте: - Расчет на устойчивость был проведен при типе анализа «Eigen Buckling», - определялся коэффициент «load multiplayer», который использовался для подбора прикладываемой силы. По результатам подбора масса груза, при которой конструкция потеряет устойчивость, составила 4081497 кг, или 4081 тонн. (Это соответствует нагрузке в 40039489 Н или 40.039 млн. Н) Расчёт на устойчивость. Выбранные основные параметры: был выбран тип анализа static. Каждый шаг записывался при помощи команды WriteLS. Итоговый динамический расчет был получен через решение “From LS files”. В динамической модели описан подъем груза массой 50 тонн и его перемещение. Конструкция не разрушилась. Максимальное эквивалентное напряжение составило 195 МПа Расчет проведен в предположении, что скорость ветра составляет 10 м/с. Нагрузка распределена не линейно, в зависимости от высоты. По результатам статического расчета при ветровой нагрузке максимальное векторное перемещение элементов составило 36,886 мм. Максимальное эквивалентное напряжение по теории Хубера-Мизеса составило 84,6 МПа. По результату статического расчета при подъеме груза массой 100 тонн портально-ферменная конструкция не разрушается, максимальное векторное перемещение моста составило 114,3 мм, максимальное эквивалентное напряжение по энергетической теории Хубера-Мизеса составило 242 МПа. Потеря устойчивости наступает при подъеме груза массой 4081 тонн.

Список литературы

1. Захаров А.П., Шлянников В.Н., Иштыряков И.С. Пластический коэффициент интенсивности напряжений в задачах механики разрушения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. 2019. № 2. С. 100–115. DOI: 10.15593/perm.mech/2019.2.08.
2. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести: 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Машиностроение, 1975. 399 с.
3. Вансович К.А. Упругопластическая модель роста усталостных поверхностных трещин в толстостенных конструкциях при двухосном нагружении // Инженерный журнал: наука и инновации. 2017. № 3. С. 1–16.

УДК 621.315.592.004

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ КОРОННОГО РАЗРЯДА НА ЛЭП

Запруднов В.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
zaprudnov2018@gmail.com
Круподерова Е.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
lena05k@yandex.ru
Шматова А.О., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
shmatova.anastasi@yandex.ru
Научные руководители: Ермолова М.А., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
Жаргалова А.Д., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Во время летней производственной практики в 2023 году в компании «Кронштадт» (г. Санкт-Петербург), специализирующейся на разработке беспилотных систем и создании БПЛА,

перед нами была поставлена проблема обнаружения коронных разрядов на линиях электропередач (ЛЭП).

Коронные разряды на ЛЭП — это явление самостоятельного электрического разряда, возникающее вокруг проводов при высоком напряжении. Этот процесс происходит из-за ионизации воздуха около проводов, что приводит к образованию короны видимого света. Коронный разряд может привести к потерям электрической энергии и увеличению уровня шума.

Цель работы заключается в создании программной системы для автоматизированного обнаружения коронных разрядов на линиях электропередач с целью повышения эффективности и безопасности мониторинга состояния ЛЭП, минимизации времени на диагностику и снижения рисков для персонала.

Основными пользователями системы являются инспекторы и инженеры энергетических компаний, которым необходим оперативный и точный мониторинг состояния линий электропередач. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Разработать принцип работы системы обнаружения коронных разрядов. Эту задачу решала Круподерова Е.В.

2. Разработать мобильное приложение на платформе Андроид. Эту задачу решала Шматова А.О.

3. Разработать автоматизированную систему мониторинга коронных разрядов. Эту задачу решал Запруднов В.А.

В ходе выполнения поставленных задач был проведён анализ создания программных систем [1, 2] и методов обнаружения коронных разрядов. Система мониторинга основана на применении современных методов машинного обучения и включает в себя различные подходы, такие как нейронные сети, методы обработки естественного языка, деревья решений, метод опорных векторов, алгоритмы кластеризации и многие другие. Конкретный метод, выбранный для данной системы мониторинга коронных разрядов, определялся характеристиками входных данных и требованиями к точности модели [3]. Это позволило системе детализировать данные о коронных разрядах, сокращая количество переменных и упрощая анализ. Результат обнаружения аномалий классифицирует различные типы угроз в режиме реального времени, повышая безопасность и надежность эксплуатации ЛЭП.

Принцип работы системы довольно прост: дрон или другая техника с камерой снимает ЛЭП, а программное обеспечение анализирует полученное видео или изображение. В случае обнаружения дефекта система автоматически формирует уведомление для главного инженера, обеспечивая оперативное реагирование на возможные проблемы. Уведомления отображаются в мобильном приложении, где предусмотрены следующие разделы: «Камера», в котором отображается информация о действиях, «Галерея» для просмотра и управления мультимедийным контентом, а также «Отчеты» для управления созданными отчетами. Приложение обеспечивает удобный доступ к необходимой функциональности, помогая специалистам эффективно управлять данными и отчетами о состоянии линий электропередач.

При обнаружении дефекта система автоматически отправляет уведомление инженеру, что позволяет оперативно реагировать на потенциальные проблемы. Мобильное приложение предоставляет широкие возможности для инженеров, включая запись и анализ данных о коронном разряде и окружающей среде, а также удаленный доступ и управление для специалистов. Это позволяет инженерам оперативно принимать решения на основе актуальной информации о состоянии ЛЭП.

Необходимость улучшения системы показала, что включение автоматизации анализа видеоматериалов, получаемых от дронов, и интеграция алгоритмов для обнаружения дефектов и оповещения об их наличии инспектору поможет сократить временные затраты на диагностику, уменьшить вероятность пропуска дефектов и повысить оперативность реагирования на потенциальные угрозы в энергетической отрасли.

Этот комплексный подход к мониторингу коронных разрядов не только повышает безопасность и эффективность мониторинга состояния ЛЭП, но и существенно сокращает время

на диагностику и снижает риски для персонала. Таким образом, разработанная программная система представляет собой важный шаг в совершенствовании инфраструктуры энергетических компаний и обеспечивает надежность и оперативность в контроле за состоянием ЛЭП.

Список литературы

1. Громов О.Б., Дудников С.Ю., Жаргалова А.Д., Михеев П.И. Особенности построения автоматизированной системы управления физико-механическими свойствами производства Al-профиля на базе нейронной сети. // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2012. № 7. С. 16-24.
2. Коптелов И., Назаров С., Ермолова М. Гиперконвергентные информационные системы с виртуализацией на основе программно-аппаратного комплекса виртуализации «Горизонт-ВС». // Электроника: наука, технология, бизнес. 2019. № 8. С. 76-88. DOI: 10.22184/1992-7178.2019.189.8.76.88.
3. Овсянников А., Браун Д., Арбузов Р., Толчин В. Системы ультрафиолетовой диагностики. О методиках проверки. // Новости электротехники. 2021. № 2(128) – 3(129). URL: http://news.elteh.ru/arh/2016/100/06.php (Дата обращения 01.05.2024).

УДК 004.932.2

УЛУЧШЕНИЕ СИСТЕМЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗАРЯДНЫХ СОКЕТОВ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Кривоногов Д.Ю., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
krivonogov0@vk.com
Чистяков И.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
chistyakovia@gmail.com
Научный руководитель: Воротников С.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Внедрение электромобилей в транспортный сектор стало важным шагом к более экологически устойчивому будущему. Роботизированные зарядные станции, используя передовые технологии, такие как компьютерное зрение и машинное обучение, предлагают инновационный подход к зарядке электромобилей, автоматизируя процесс подключения к зарядному устройству.

Для обучения алгоритмов, локализирующих сокет электромобиля, и повышения их робастности требуется большое количество размеченных изображений зарядных сокетов при различных условиях освещенности и при различных погодных условиях. Для ускорения трудоёмкого ручного процесса разметки изображений был реализован алгоритм автоматической разметки изображений.

Программная часть написана на языке Python с использованием библиотеки OpenCV [1] для реализации алгоритмов компьютерного зрения. Программа получает изображение с камеры, закрепленной на манипуляторе, распознает фидуциарный маркер, закрепленный над сокетом и, используя заранее известное преобразование между координатами фидуциарного маркера и координатами ключевых точек на сокете, наносит ключевые точки на изображение.

Экспериментальным образом были определены требования к набору данных для локализации сокета.

Для проведения эксперимента использовалась экспериментальная установка, состоящая из камеры INTEL RealSense D435 [2], фидуциарного маркера (AprilTag) [3] и стола с миллиметровой разметкой. Для определения требований к набору данных проведены два вида

экспериментов: варьирование расстояния от камеры до маркера и варьирование угла между нормалью к маркеру и главной осью камеры.

После обработки полученных результатов построены графики зависимости величины ошибки локализации маркера от расстояния и от угла поворота.

По полученным результатам исследований сделан следующий вывод. Расстояние наилучшей точности локализации маркера составляет 75 см, когда главная ось камеры перпендикулярна поверхности маркера.

После определения требований к набору данных был реализован алгоритм локализации фидуциарного маркера и разметки изображений зарядного сокета для создания набора размеченных данных, впоследствии используемого при обучении нейронной сети, локализирующей сокет.

Алгоритм оказался устойчив к изменению освещенности в пределах от 500 до 2500 люкс и к изменению состояния линзы объектива (наличие на линзе грязи и/или воды). С помощью реализованного программного решения проведена разметка набора данных из 1000 изображений сокета. Время разметки набора данных из 1000 изображений составило 30 секунд (при расчете 20 секунд на разметку одного изображения вручную, время разметки набора данных из 1000 изображений человеком составило бы порядка 6 часов).

Список литературы

1. Шахин Г. Сравнительный анализ библиотек компьютерного зрения // Colloquium-journal. 2019. № 24-2 (48). С. 137-139.
2. Камера INTEL RealSense D435 // intel REALSENSE URL: https://www.intelrealsense.com/depth-camera-d435/ (Дата обращения: 04.04.2024).
3. Фидуциарный маркер AprilTag // April robotics laboratory URL: https://april.eecs.umich.edu/software/apriltag (Дата обращения: 04.04.2024).

УДК 681.521.7

СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГАЗА И НЕФТИ

Миронова Д.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и Комплексная автоматизация»
mdi20r096@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Ермолова М.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и Комплексная автоматизация»

Добыча нефти как правило происходит в труднодоступных для человека районах, поэтому при проектировании установок, задействованных в нефтедобывающей сфере, необходимо использовать технологии автоматизации. Использование автоматизированных комплексов помогает сократить долю человеческого труда и увеличить производительность добычи.

Система автоматизации установки для измерения параметров нефти и газа состоит из двух частей: аппаратной и программной.

При проектировании аппаратной части создаются электрические схемы для обеспечения питания приборов и защиты их от перегрузок (например, Э4, Э3), схема автоматизации. Происходит подбор элементной базы, расчеты нагрузок, выбор программируемого логического контроллера (ПЛК) для управления системой.

Архитектуру автоматизированной системы можно обобщенно представить в следующем виде:

- верхний уровень;
- средний уровень;
- нижний уровень.

На нижнем уровне находятся чувствительные элементы (датчики), передающие показания на средний уровень, и исполнительные механизмы, например, задвижки с электрическом приводом.

На среднем уровне установлен программируемый логический контроллер (ПЛК), который получает сигналы с нижнего уровня и посылает информацию на верхний.

На верхнем уровне расположено серверное оборудование и автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора. На этом уровне управление происходит уже несколькими установками с помощью SCADA-системы (система диспетчерского управления и сбора данных).

Для разработки программой части системы используется специализированное программное обеспечение (ПО) CoDeSys [1]. Программирование ПЛК может происходит на одном из четырех основных языков, описанных в стандарте МЭК61131.

Разработка ПО для данной системы ведется на языке ST [2].

Программу можно разделить на подпрограммы, отвечающие за определенные функции системы:

- обработка входных сигналов;
- описание алгоритма для технологического процесса;
- описание условий для осуществления блокировок;
- описание условий для выдачи предупреждений;
- работа с протоколами связи (Modbus TCP/IP или Modbus RTU) [3].

Проектирование системы автоматизации необходимо для облегчения труда человека. Некоторые процессы практически невозможно реализовать в ручном режиме (например, круглосуточный учет параметров нефти и газа) с быстрой передачей информации.

Список литературы

1. Лоскутов А.Б., Лоскутов А.А., Зырин Д.В. Программирование ПЛК в CoDeSys. Нижний Новгород: Типография НГТУ, 2018. 100 с.
2. Деменков Н.П. Языки программирования промышленных контроллеров. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 172 с.
3. Сергеев А.И., Черноусова А.М., Русяев А.С. Программирование контроллеров систем автоматизации. Оренбург: ОГУ, 2016. 125 с.

УДК 621.7.043

РОБОТИЗИРОВАННЫЙ МОДУЛЬ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ВЫТЯЖКИ ПОЛУСФЕРЫ ШАР-БАЛЛОНОВ ДЛЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Морозов А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
2809322@gmail.com
Научный руководитель: Жаргалова А.Д., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
azhargalova@bmstu.ru

Одним из основных способов получения энергии в конструкциях ракетно-космической техники являются шар-баллоны высокого давления со сжатым рабочим газом, которые обеспечивают работу систем пневмоавтоматики и вытеснительных систем подачи топлива к ракетным двигателям. Производство этих изделий с участием человека представляется крайне опасным и трудоёмким [1]. В условиях массового производства наиболее эффективным является использование автоматизированных систем, таких как гибкие производственные системы.

Гибкий роботизированный производственный модуль гидравлической вытяжки полусфер шар-баллонов – это концепция организации производства, которая предполагает использование

модульных блоков и гибкую настройку оборудования для быстрой и эффективной смены производственных линий или процессов [2].

Целью исследовательской работы является повышение эффективности процесса гидравлической вытяжки, сокращение простоев и повышение безопасности рабочего персонала путём автоматизации процесса.

Для достижения поставленной цели были поставлены задачи по выявлению технических параметров шар-баллонов и технологического процесса гидравлической вытяжки, по определению состава гибкого производственного модуля гидравлической вытяжки, а также проектирование варианта компоновочной схемы по следующим требованиям: материал должен обеспечивать требуемую пластичность для операции вытяжки, а также выдерживать разрушающее давление до 400 атмосфер, компоновочная схема должна обеспечивать рациональное расположение оборудования для гарантирования годового объёма продукции в размере 700 штук.

В ходе работы были рассмотрены методы горячей вытяжки заготовок полусферической формы, были выявлены особенности технических параметров полусфер шар-баллонов, по которым в дальнейшем было подобрано оборудования для организации производства.

В результате работы состав гибкого производственного модуля следующий: две печи «СДО 15.18.12/12» [3], гидравлический пресс «YD32-50(K)», манипулятор «GF Machining Solution» с рабочим радиусом 3400 мм, зона выдачи и зона загрузки. А также был разработан вариант компоновочной схемы оборудования гибкого производственного модуля гидравлической вытяжки полусфер шар-баллонов.

Список литературы

1. Ломакин И.В., Рязанцев А.Ю., Юхневич С.С., Широкожухова А.А. Создание передовой технологии и оборудования для изготовления титановых шар-баллонов. // Известия вузов. Машиностроение. 2021. № 12 (741). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sozdanie-peredovoy-tehnologii-i-oborudovaniya-dlya-izgotovleniya-titanovyh-shar-ballonov (Дата обращения 12.02.2024).
2. Еремейкин П.А., Жаргалова А.Д., Гаврюшин С.С. Расчетно-экспериментальная оценка технологических деформаций при «мягких» режимах токарной обработки тонкостенных деталей // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2018. Т. 20. № 1. С. 22–32. DOI: 10.17212/1994-6309-2018-20.1-22-32.
3. АО «НПП Машпром»: официальный сайт. / Екатеринбург, 2024. URL: https://www.mashprom.ru/competentions/metall/furnace/kamernye-pechi-s-vykatnym-podom/ (Дата обращения 19.03.2024).

УДК 615.477.21

РАЗРАБОТКА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АНТРОПОМОРФНОГО ПРОТЕЗА КИСТИ РУКИ

Середа М.П., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
seredamp@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Полякова Т.В., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Антропоморфный протез – это протез, созданный с учетом анатомических особенностей человеческого тела. Термин «антропоморфный» означает, что протез имеет форму и функции, приближенные к человеческим. Антропоморфные протезы могут быть разработаны для различных частей тела, включая конечности (например, протезы для рук, ног), лицо или другие части тела.

Цель антропоморфного протеза – максимально восстановить функциональность утраченной или поврежденной конечности или другой части тела, обеспечивая пользователю максимально естественные движения и комфорт при использовании. Для этого протезы могут имитировать анатомические структуры и функции соответствующей части тела, а также быть интегрированными с нейроинтерфейсами или другими технологиями для более эффективного управления и взаимодействия с окружающей средой.

Одно из современных направлений развития антропоморфных протезов – изготовление кисти руки из силикона [1, 2]. Сначала был представлен концептуальный дизайн антропоморфной сменной руки из силикона, которая интегрирована с сенсорной системой обратной связи. В сочетании с моторизованным ортезом он позволяет выполнять движения и регистрировать информацию о сгибании и давлении пальцев. Для достижения функционального и антропоморфного внешнего вида протеза руки был проведен анализ материала. В двух различных сериях испытаний были проанализированы свойства применяемых силиконов с точки зрения их механических свойств и процесса производства.

Для разработки геометрической модели протеза кисти нами был применен программный пакет Amira. Amira Software – программная платформа для визуализации, обработки и анализа 3D и 4D данных. Гибкий пользовательский интерфейс и модульная архитектура программы делают систему универсальным инструментом для работы с различными медицинскими данными.

В начале процесса обработки медицинских изображений в формате DICOM мы применяем методы преобразования сигнала на основе анализа Фурье для получения трехмерной модели. Этот подход позволяет конвертировать медицинские изображения в объемные данные, которые затем используются для построения детальных моделей органов или тканей.

Далее, на полученной трехмерной модели мы генерируем маски, которые выделяют различные односвязные области интереса. Эти маски помогают определить контуры и границы различных структур в изображении. Мы строим сетку для каждой из выделенных областей, что позволяет дальнейшее анализировать их характеристики.

В процессе обработки, как правило, имеется набор контрольных точек в пространстве, используемых для триангуляции поверхности. Это позволяет создать оптимизированную сетку [3], на которой будет осуществлен дальнейший анализ геометрии объекта.

Границы односвязных областей, в общем случае, могут быть представлены неявно заданной функцией. Для их аппроксимации используется триангуляция, полученная с использованием различных ячеечных методов. Среди таких методов известны методы Канейро, предложенный Гуэзеком, метод Скалы, методы «Марширующих кубов» и «Марширующих тетраэдров».

Затем, с использованием триангуляции замкнутой однородной оболочки, для каждого тела строится NURBS-поверхность. Это позволяет аппроксимировать сложные геометрические формы и структуры с высокой точностью.

Для дальнейшей подготовки модели к 3D-печати нами был применен пакет MeshLab. MeshLab – бесплатное программное обеспечение с открытым исходным кодом для обработки и редактирования трехмерных треугольных сеток. Данный комплекс предоставляет набор инструментов для редактирования, очистки, восстановления, проверки, рендеринга, текстурирования и преобразования сеток. MeshLab также содержит интерактивную систему прямого рисования сетки, которая позволяет пользователям интерактивно изменять параметры сетки, сглаживать шумы и мелкие объекты.

Список литературы

1. Hazubski S., Bamerni D., Otte A. Conceptualization of a sensory feedback system in an anthropomorphic replacement hand. // Prosthesis. 2021. № 3. pp. 415–427. DOI: https://doi.org/10.3390/prosthesis3040037.

2. Baron J., Hazubski S., Otte A. 3D multi-material printing of an anthropomorphic, personalized replacement hand for use in neuroprosthetics using 3d scanning and Computer-Aided Design: first proof-of-technical-concept study. // Prosthesis. 2020. № 2. pp. 362–370. DOI: https://doi.org/10.3390/prosthesis2040034.
3. Frey P.J., George P.L. Mesh Generation application to finite elements. London: HERMES Science Publishing, 2000. 814 p.

РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ»

СЕКЦИЯ «ИСТОРИЯ»

УДК 94(476.4)

КЕРЧЕНСКО-ФЕОДОСИЙСКАЯ ДЕСАНТНАЯ ОПЕРАЦИЯ: СПОРНЫЕ ВОПРОСЫ В ИСТОРИОГРАФИИ

Головань С.Е., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
Sviatgolovan06@gmail.com
Научный руководитель: Отрокова О.Ю., к.и.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Актуальность данной темы связана с вопросом оптимального выбора тактики проведения десантных операций в годы Великой Отечественной войны и применения полученного опыта в последующие годы в развитии оперативно-тактического искусства в СССР и современной России.

Операцию по захвату Крыма гитлеровцы начали 18 октября 1941 года и к 16 ноября весь полуостров, кроме Севастополя, был оккупирован. Командовал 11-я армией вермахта генерал от инфантерии Эрих фон Манштейн, который стянул большую часть сил к городу, оставив одну пехотную дивизию для прикрытия района Керчи. Это позволило советскому командованию нанести ответный удар объединёнными силами Закавказского фронта и Черноморского флота. Целью Керченской операции было овладение Керченским полуостровом и создание условий для освобождения всего Крыма. [1].

Изначальный план предполагал взятие восточного побережья Керченского полуострова с будущим наступлением на запад за 11 дней. Однако штаб Закавказского фронта разработал дополнительный план, утверждённый Иосифом Сталиным 13 декабря. Также предполагалось высадить морской десант в Феодосийский порт, авиадесант в районе Владиславовки и вспомогательный морской десант в районе Арабата и Ак-Моная. Цель состояла в овладении Ак-Монайским перешейком и нанесении удара в тыл керченской группировке противника. При удачном исходе гитлеровцы должны были быть окружены.

Керченско-Феодосийская операция осталась в истории как одна из наиболее масштабных десантных операций, которые проводились в ходе Второй мировой войны. В советской историографии она упоминается как крупнейшая десантная операция советского флота с 26 декабря 1941 года по 2 января 1942 года.

Соотношение сил и средств вначале было на стороне Красной Армии, которая превосходила противника в числе солдат и офицеров более чем в два раза, в артиллерии и минометах — в 2,8 раза и в боевых самолетах — в 2,3 раза. Исключение составляли танки. К тому же в Черном море господствовал Черноморский флот. В ходе операции была освобождена от немецко-румынских войск территория Керченского полуострова, где впоследствии были сосредоточены три советские армии и был создан новый Крымский фронт. И в этом контексте, операцию можно считать успешной, что получило отражение в советской историографии [2].

Однако дальнейшие наступательные действия Крымского фронта были неудачными, а в мае 1942 года в ходе немецкого наступления его войска потерпели жестокое поражение, а их остатки отброшены через Керченский пролив, что облегчило вермахту летнее наступление на Кавказ. Таким образом, в перспективе, операция не привела к конечному ожидаемому результату, что привело к различным оценкам в историографии на современном этапе [3].

Круг спорных проблем оперативно-тактического искусства КФО включает в себя:

- превосходство в воздухе (истребители) в районе высадки,

- наличие специальных десантных судов (боевые корабли),
- достаточная тренировка частей первого эшелона,
- гидрометеорологическое обеспечение на Черном море.

Таким, образом, с одной стороны – хорошо организованная разведка, которая давала возможность заранее выявить слабые места противника, позволила четко придерживаться сроков начала операции; артиллерия, которая подавляла огневые точки противника, и позволила успешно произвести высадку и овладеть городом. В дальнейшим советские войска развернули наступление на запад и в направлении Ак-Монайского перешейка. Опасаясь окружения, германские войска в ночь на 30 декабря 1941 года скрытно оставили Керчь. Командование немецкими армии не сумело вовремя организовать преследование. Войска 44-й армии РККА, стремясь закрыть выход с Керченского п-ова, перебросили на феодосийское направление часть своих сил из-под Севастополя, что облегчило продвижение фашистских войск на обороняющий город.

С другой стороны - поспешность в подготовке операции породила и многие другие проблемы. Привлекаемые к операции войска еще не участвовали в боях и совершенно не были обучены десантным действиям. Намечавшиеся для перевозки суда – шаланды, сейнеры, мотоботы – были малопригодными для этой цели, особенно в условиях штормовой погоды. Не было специальных судов для перевозки тяжелых орудий и танков. Недоставало средств связи. Десантники не были обеспечены теплым обмундированием, продовольствием и боеприпасами в водонепроницаемой упаковке.

В результате Керченско-Феодосийской десантной операции советские войска освободили Керченский полуостров, города Керчь и Феодосия, что позволило впоследствии развернуть здесь войска Крымского фронта и предотвратить угрозу вторжения немецких войск на Кавказ через Таманский полуостров. Немецкая 11-я армия вынуждена была временно прекратить штурм Севастополя и перебросить часть сил к Феодосии для закрытия бреши.

Вместе с тем задача по окружению и разгрому керченской группировки противника из-за допущенных ошибок не была выполнена. Ширина фронта боевых действий в операции – 250 км, продолжительность операции – 9 суток, среднесуточные темпы наступления десантных войск – 10–12 км.

Таким образом, в краткосрочной перспективе КФО можно считать успешной, и по результатам полученного опыта – суровой школой для советских десантников, которые героически сражались, не жалея собственных жизней. Но в долгосрочной перспективе – операция не привела к разгрому врага в Крыму в 1942 году, хотя способствовала аккумулированию бесценного опыта проведения подобных операций.

Список литературы

1. Манштейн Э. Утерянные победы. / сост. С. Переслегин, Р. Исмаилов. М.: АСТ; СПб.: Terra Fantastica, 1999. 896 с.
2. Маргелов В.Ф., Лисов И.И., Самойленко Я.П. Советские воздушно-десантные. Очерк / В.Ф. Маргелов, И.И. Лисов, Я.П. Самойленко и др. М.: Воениздат, 1980. 311 с.
3. Жуматий В.И. Керченско-Феодосийская десантная операция 1941–1942 гг // Морской сборник. 1993. № 4. С. 77-85.

УДК 004.62

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БАЗЫ ДАННЫХ «ЗА ХРИСТА ПОСТРАДАВШИЕ» В МИССИОНЕРСКОЙ И ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Емельянов Г.Н., студент
Православный Свято-Тихоновский гуманитарный университет, факультет «Информатики и прикладной математики»
george11012002@gmail.com
Кадильников Д.С., студент
Православный Свято-Тихоновский гуманитарный университет, факультет «Информатики и прикладной математики»
Непиющий М.И., студент
Православный Свято-Тихоновский гуманитарный университет, факультет «Информатики и прикладной математики»
Научные руководители: Евсеев А.С., ст. преподаватель
Православный Свято-Тихоновский гуманитарный университет, факультет «Информатики и прикладной математики»
Николаев К.Г., ст. преподаватель
Православный Свято-Тихоновский гуманитарный университет, факультет «Информатики и прикладной математики»
knikolaev@mail.ru,

База данных «За Христа пострадавшие» — это уникальный информационный ресурс, содержащий данные о православных христианах, подвергшихся репрессиям за православную веру в период с 1917 по 1959 годы. База данных «За Христа пострадавшие» активно используется для поиска людей, пропавших во времена лихолетий, а также в научных исследованиях и издательской деятельности Православного Свято-Тихоновского гуманитарного университета, она может быть полезна историкам, исследователям, писателям и всем заинтересованным в изучении генеалогических деревьев.

Авторы данной работы считают, что распространение базы данных «За Христа пострадавшие» в цифровом поле и сети Интернет является частью просветительской и миссионерской работы. Эта работа позволит увеличить присутствие православия в сети Интернет и других медийных пространствах по сравнению с другими религиями мира. Благодаря базе данных «За Христа пострадавшие» все большее количество людей смогут узнать о подвигах новомучеников и исповедников Российских в годы гонений на Русскую Православную Церковь и страданиях, которые им пришлось перенести в тюрьмах и концлагерях. На данный момент база данных содержит информацию о более, чем 36 тысячах репрессированных. Туда входят биографии, фотографии, материалы дел и прочая информация. Дополнительно следует отметить, что база данных активно используется священнослужителями для поминовения на богослужениях.

На основе информации, содержащейся в базе данных «За Христа пострадавшие», сделано множество исследований и собрана различная статистика. Например, можно получить распределение по годам числа арестов и смертей или распределение репрессий по факультетам российских университетов. Например, из выпускников ведущих университетов периода начала XX века репрессированных выпускников историко-филологического направления оказалось — 9%, юридического — 2%, физико-математического — 1,5%, медицинского — 1,5%. Исследователями была также собрана статистика распределения имен среди репрессированных, так среди мужских имен лидируют — Иван и Николай, а среди женских — Мария и Анна. Все это имеет большую ценность в изучении истории XX века, особенно истории Церкви [1, 2].

Для решения задачи распространения информации о подвигах новомучеников и исповедников Российских в настоящее время коллективом студентов и преподавателей Православного Свято-Тихоновского гуманитарного университета при поддержке фонда «Живая

традиция» ведутся работы по исследованию возможности разработки информационной системы поддержки виджета для сайтов базы данных «За Христа пострадавшие». Предполагается, что эта система посредством активного программного интерфейса будет использовать информацию из электронного биографического справочника «За Христа пострадавшие», разработанного на основе данных базы данных «За Христа пострадавшие», в научно-исследовательской лаборатории информационно-поисковых систем кафедры информатики факультета «Информатики и прикладной математики» Православного Свято-Тихоновского гуманитарного университета [3]. Под виджетом в данной работе понимается информационный блок, устанавливаемый на сторонние веб-ресурсы, который содержит данные о новомучениках, чей день памяти приходится на запрашиваемый период. Предполагается, что в конечной реализации виджет должен быть универсальными и иметь возможность установки на любой веб-сайт не зависимо от системы управления контентом и фреймворка, на котором этот веб-сайт реализован. Информационная система поддержки работы виджета базы данных «За Христа пострадавшие» для веб-сайтов поможет расширить аудиторию базы данных, тем самым увеличить число её пользователей. Виджет может быть установлен на любой веб-сайт, что позволит получить базе данных «За Христа пострадавшие» наибольшую известность в различных цифровых источниках представления данных реализованных на базе веб-технологий.

В миссионерской и просветительской работе использование ресурсов базы данных «За Христа пострадавшие» играет важную роль. Во-первых, это реализация просветительской работы, в том числе в сети Интернет, которая позволит донести правдивую информацию до большего количества людей, об истории Церкви XX века, репрессиях, а также пострадавших за веру Христову. Второй важной задачей является распространение информации о христианстве в интернете «из первых рук», ведь история новомучеников есть история тех, кто жил настоящей, подлинной церковной жизнью, это история «практикующих православных христиан», то есть о христианстве, как о способе жизни. И наконец, база данных «За Христа пострадавшие» создана в помощь для обработки информации и научных исследований.

Явлению новомучеников Российских уделяется большое внимание в философии, богословии, теологии и конечно же истории России и истории Церкви XX века.

Список литературы

1. Soloviev A., Bogacheva A., Tishchenko V. Elements of Analytical Data Processing for a Factual Database // Statistical Processing of Historical Facts on the Example of a Database «for Christ Suffered» CSOC 2023: Networks and Systems in Cybernetics. pp 23–39. DOI: 10.1007/978-3-031-35317-8_3.
2. Solovyev A.V. Information Technology and the Experience of Creating a Database on the History of the 20th Century in the Personalities // ISTORIYA. 2020. V. 11. I. 3 (89). DOI: 10.18254/S207987840005930-2.
3. Евсеев А.С. Новомученики вокруг нас Опыт разработки приложения для поддержки географических исследований в Базе данных «За Христа пострадавшие» // Ежегодная богословская конференция Православного Свято-Тихоновского гуманитарного университета. ПСТГУ, 2012. № 22-2. С. 224-230.

УДК 629.782

ПРОГРАММА ЭНЕРГИЯ-БУРАН (ИСТОРИЯ СОВЕТСКОГО «ШАТТЛА»)

Маряшин Е.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
mea23v009@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Щербакова О.М., к.и.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В XXI столетии Космос является главным направлением развития человеческой цивилизации, что, в свою очередь, неразрывно связано с проектированием и созданием ракетно-космической техники (РКТ).

В центре данной статьи – разработка многоразовой системы «Энергия-Буран».

Базируясь на существующей историографии, автор стремится выявить сложности, возникшие на пути осуществления этого проекта, проанализировать причины отказа от него, рассмотреть перспективы возрождения замысла в настоящее время.

На излете 1960-х гг. СССР и США, которые активно развивали космическую отрасль, осознали ограниченность использования одноразовых ракет-носителей, они поняли: будущее за концепцией многоразового использования космических кораблей. В 1972 г. США запускает программу «Space Transportation System». В результате появляется ракетно-космическая система «Space Shuttle», которая в равной степени приспособлена к мирным и военным задачам. В условиях холодной войны СССР приступает к подготовке симметричного ответа. В 1976 году начинается работа над программой «Энергия-Буран». Главным конструктором проекта стал Г. Е. Лозино-Лозинский [1]. Конструктивной особенностью Бурана стал способ выведения его на орбиту. Буран для этих целей использует свой собственный ракета-носитель «Энергия», а «Шаттл» - два внешних топливных ускорителя и двигатели самого челнока. Преимуществом «Бурана» перед «Шаттлом» является безопасность полетов и высокий модернизационный потенциал. Этому способствовала также совершенная, на тот момент, система автоматизации процессов. «Буран» имел передовую бортовую ЭВМ «Бисер», позволившую совершить первый и единственный полет. 15 ноября 1988 г. с космодрома «Байконур» был произведен старт системы «Энергия-Буран» в беспилотном режиме. Участок пути, проходивший в атмосфере, в день пуска имел неблагоприятные погодные условия: сильный боковой ветер (12-20м/с), обледенение, дождь. Но «Буран» успешно прошел этот этап, после чего совершил 1 полный и 1 не полный виток (208 минут) вокруг Земли и благополучно приземлился. Маневры, совершаемые на протяжении всего полета ЭВМ рассчитывала правильно, используя все доступные данные [2]. Касание взлетно-посадочной полосы было произведено четко на разметочную пунктирную линию. Безусловно, это был триумф советской космической мысли и техники. Вместе с тем этот полет – стал последним этапом всей программы. Причина заключалась в том, что создание системы многоразового старта – крайне дорогая задача для любой страны. В СССР не было средств для продолжения работ [3]. На данный момент программа «Энергия-Буран» все еще не закрыта, но работы по ней не ведутся с 1990 г. Общемировая космонавтика, к тому моменту, прошла процесс модернизации ракет-носителей: 1) создание серийных модульных комплексов, 2) создание многоразовых ускорителей ракет-носителей. Россия только приступила к первому этапу модернизации, создавая линейку «Ангара», но не имея «Энергию-Буран», отстает от лидеров космических исследований – США и Китая.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод: «Энергия-Буран» - кульминация советской космической программы, является самой технологичной отечественной ракетно-космической системой. Разморозка и осуществление этой программы сейчас позволит ликвидировать отставание от других государств и сделает космическую отрасль более существенной для всех сфер жизни общества в нашей стране.

Список литературы
1. Семенов Ю.П., Лозино-Лозинский Г.Е. Многоразовый орбитальный корабль "Буран". / Ю.П. Семенов, Г.Е. Лозино-Лозинский, В.Л. Лапыгин, В.А. Тимченко и др.; под ред. Ю.П. Семенова и др. М.: Машиностроение, 1995. 448 с.
2. Резников С.В., Агеева Т.Г. Сравнительный анализ конструктивно-технологического совершенства многоразовых космических аппаратов // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение. 2010. № S. С. 19-34.
3. Бабинова Е.О. О перспективах развития многоразовых космических кораблей / Е.О. Бабинова, О.А. Становова, В.В. Кольга // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2015. Т. 1. № 11. С.57-59.

УДК 323.15

НАЦИОНАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА РОССИИ ПО ОТНОШЕНИЮ К КОРЕННЫМ МАЛОЧИСЛЕННЫМ НАРОДАМ СЕВЕРА

Сухомлинова А.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
Suali2778@gmail.com
Научный руководитель: Суздалева Т.Р., к.и.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В статье анализируется политика Российской Империи, Советской России и современной России по отношению к коренным малочисленным народам Севера.

Начиная с XVI в. власть вполне осознавала этнические различия между русскими и населением новых территорий. Различные коренные народы регионов Севера проживали на этих территориях еще задолго до того, как царская Россия начала осваивать их. Они вели кочевой или полукочевой образ жизни, занимались рыболовством, охотой и оленеводством. До 20-х гг. XIX в. страна проводила в отношении северных «инородцев» политику косвенного управления: им вменялось в обязанность вносить в казну государственную подать – ясак. В 1822 г. царское правительство провело реформу управления Сибирью, ограничивающую опеку со стороны русской администрации. Разрешалась свободная торговля с аборигенами, упорядочивалось налоговое обложение [1]. Данный этап государственной политики в отношении коренных малочисленных народов Севера можно характеризовать политикой “ограниченного вмешательства”.

К началу XX в. в результате такой политики народам Севера Российской империи удалось сберечь этнокультурную специфику, традиционный хозяйственный уклад, что обеспечило этим народам сохранение этнической самобытности. Был накоплен уникальный опыт совместного проживания народов в рамках одного государства [2].

Революция 1917 г. коренным образом изменила отношения между центральным правительством и общинами коренных народов. Именно после Октябрьской революции 1917 г. государство ликвидировало особый статус инородцев, и представители коренных народов были уравнены в правах с другими гражданами России. Советское руководство поощряло и финансово поддерживало исполнителей и мастеров художественных промыслов из числа коренных народов. В 30-е гг. XX в. происходит замещение самоуправления народов Севера системой государственного управления, обеспечивающие форсированную интеграцию этих народов в систему общественных отношений. Одновременно с коллективизацией шла насильственная кампания перевода кочевого населения на оседлый образ жизни. В период сталинских репрессий северные территории превратились в районы для заключённых, что негативно сказывалось на условиях жизни проживающих там коренных народов. В 50-е гг. основной задачей государства в отношении коренных малочисленных народов стал поиск оптимальных форм управления этими народами. Этот период характеризуется началом интенсивного промышленного освоения

территорий проживания народов Севера, изменением их традиционного уклада жизни, принятием государственных мер по подъёму экономики и культуры народностей Севера.

Таким образом, этап советской политики в отношении малочисленных народов Севера способствовал выделению малых народностей Севера в особую группу в системе социальной защиты и государственной политики и переходу от государственной политики, учитывающей самобытность этих народов. Наглядным подтверждением такой политики является успешное развитие оленеводческого ненецкого народа. Это самый многочисленный коренной народ Севера, насчитывается 50 тыс. человек. Кочевники проходят 1,5 тыс. км. за год, это один из самых высоких показателей, поэтому этот народ считается самым кочующим. Ненцы не только смогли лучше всех сохранить свою культуру, но сумели приспособиться к меняющимся условиям. Они пересели на снегоходы, пользуются генераторами и спутниковой связью, но, в то же время, соблюдают все традиции своего народа. Ненецкий язык так же был успешно сохранен, но при этом население знает еще три языка, включая русский. В советское время ненцам, ради эксперимента, разрешили держать небольшие частные стада, что способствовало повышению доходов населения, сохранению оленеводства, как главной отрасли ненецкого народа.

В Российской Федерации права коренных малочисленных народов были зафиксированы в Конституции 1993 г.: государство гарантировало соблюдение и защиту их прав в соответствии с общепризнанными принципами и нормами международного права. В 1996 г. был принят закон «Об основах государственного регулирования социально-экономического развития Севера», действовавший до 1 января 2005 г. Данный закон предполагал государственную поддержку социального и экономического развития Севера. В том же году была опубликована «Концепция устойчивого развития коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации», основной целью которой объявлялось «укрепление социально-экономического потенциала, сохранение исконной среды обитания, традиционного образа жизни и культурных ценностей коренных малочисленных народов, как на основе целевой поддержки государства, так и путем мобилизации внутренних ресурсов самих народов».

В декабре 2012 года была утверждена «Стратегия государственной национальной политики Российской Федерации на период до 2025 года». Одним из основных принципов которой, стало обеспечение гарантий прав коренных малочисленных народов, включая поддержку их экономического, социального и культурного развития, защиту традиционного образа жизни.

В сентябре 2023 года в рамках Восточного экономического форума прошла «Сессия о сохранении языков коренных малочисленных народов России», на которой особое внимание было уделено важности языков коренных народов, как неотъемлемой культурной составляющей России.

В 2024 году правительству Российской Федерации поручено разработать и утвердить «Концепцию устойчивого развития коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации на период до 2036 года», а также план мероприятий по реализации указанной концепции, предусмотрев в федеральном бюджете средства на ее реализацию.

Несмотря на объективные трудности, малочисленные народы Севера за последние годы сумели не только сохранить свои культурные традиции и этническую самобытность, но и создали основы новых собственных экономических, социальных и культурных институтов.

Список литературы

1. Агаларханова А.Н. Национальная политика Российской Империи и Советской России в отношении коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока // Гуманитарные исследования в Вост. Сибири и на Дальнем Востоке. 2013. № 6 (26). С. 18-26.
2. Земцов Б.Н. Политика царского правительства по отношению к этническим регионам России (XVI-XIX вв.) // Вестник Кемеровского государственного университета. 2019. Т. 21. № 3 (79). С. 595-605.

УДК 94(47)

«ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ ЧЕЛОМЕЙ – ВЫДАЮЩИЙСЯ ИНЖЕНЕР XX ВЕКА»

Тишкин К.Е., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
tishkinke@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Щербакова О.М., к.и.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Статья посвящена Генеральному конструктору «НПО машиностроения» Владимиру Николаевичу Челомею (1914—1984). Исследование базируется на исторических источниках, хранящихся в Музее «НПО машиностроения», а также мемуарной литературе, которая написана теми, кто работал в те годы на предприятии. Новизна работы – в анализе деятельности одного из создателей ВПК СССР с позиции XXI века.

В 2024 г. Челомею исполняется 110 лет. Это вполне достаточное историческое расстояние, которое позволяет осознать действительный вклад личности в развитие страны. В. Н. Челомей – создатель новейших видов вооружений и космической техники. Челомеевский характер, профессионализм, преданность делу сформировались в годы первых советских пятилеток. Во время Великой Отечественной войны Челомею поручают производство оружия. После Победы круг задач, стоящих перед ним, уже сформировался, целью становится создание современного ракетного вооружения. В 1955 г. Челомею передали завод в Реутове. Так появилось ОКБ-52 (впоследствии «НПО машиностроения»), ставшее головным по разработке крылатых ракет для Военно-морского флота. Конструктор создал сильный коллектив, готовый к решению самых сложных задач. Одна из блестящих идей Челомея: раскрытие крыла у ракеты в воздухе. Под руководством Челомея была разработана первая крылатая ракета с подводным стартом – «Аметист». Подводные лодки и корабли, оснащённые крылатыми ракетами, стали основной ударной силой советского военно-морского флота.

В период Карибского кризиса министерством авиационной промышленности было принято решение, обязывающее Челомея заниматься ответом на вызов американцев, разместивших тысячи ракет ближней дальности «Минитмен». Задание было выполнено- разработана самая дешёвая в мире баллистическая ракета - «УР-100», способная нести ядерный заряд, для пуска которой требовалось всего 3 минуты. Челомей сделал то, что не удавалось ни С.П. Королёву, ни М.К. Янгелю [1].

В.Н. Челомей очень интересовался Космосом. В результате появилась боевая, разведывательная, орбитальная станция «Алмаз», которую он рассматривал как обязательную составляющую глобальной системы обороны [2]. В ее функции входили: космическая разведка, поиск целей и направлений для баллистических и крылатых ракет, предупреждение о ракетной атаке. На «Алмазе» были собраны все новейшие технологии.

Вспоминая Челомея необходимо подчеркнуть, что он был выдающимся руководителем, который думал о настоящем и заботился о будущем. К 1965 году общая численность «НПО машиностроения» превышала 7.500 человек. Комсомольская организация насчитывала 2.000 человек. Генеральный конструктор готовил смену старшему поколению. В 1960 г. В.Н. Челомей основал в МВТУ им. Н.Э. Баумана кафедру «Динамика машин» и был ее заведующим до конца жизни. Он внимательно относился к способным студентам, часть которых лично приглашал на работу в Реутове. Здесь были учреждены Совет молодых специалистов и Совет молодых рабочих. Владимир Николаевич заботился о быте и досуге сотрудников НПО. В Реутове для них были построены многоквартирные дома, предприятие имело спортивный стадион, базы отдыха в Подмосковье и на черноморском побережье. Он заботился о том, чтобы трудящиеся предприятия пользовались всеми достоинствами советской системы [3].

В заключении хочется подчеркнуть, что в год 110-летия Челомея созданное им «НПО машиностроения» сохраняет свое значимое место в системе российского ОПК. Потенциал,

заложенный советским Генеральным конструктором, позволяет современному коллективу осуществлять смелые технические проекты, вносить значимый вклад в безопасность страны.

Список литературы

1. Сачков В.В. Полвека на переднем крае. Реутов: АО «ВПК «НПО Машиностроения», 2018. 336 с.
2. Смиричевский Л.Д. Откровенно о сокровенном. Записки заслуженного испытателя космической техники. Реутов: ОАО «ВПК «НПО Машиностроения», 2011. 276 с.
3. Щербакова О.М. История через личность: историческая биография деятеля военно-промышленного комплекса // Гуманитарный вестник. 2013. № 9 (11). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-cherez-lichnost-istoricheskaya-biografiya-deyatelya-voenno-promyshlennogo-kompleksa (Дата обращения: 31.05.2024).

УДК 94.629.7

ГЕРБЕРТ АЛЕКСАНДРОВИЧ ЕФРЕМОВ - НАУЧНЫЙ ПОДВИГ ГЕНЕРАЛЬНОГО КОНСТРУКТОРА «НПО МАШИНОСТРОЕНИЯ»

Хаменушко Д.И. студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Аэрокосмический»
khamenushkodi@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Щербакова О.М., к.и.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Герберт Александрович Ефремов (1933 г.р.) – инженер-ракетчик, талантливый организатор. Он сумел провести «НПО машиностроения» через тяжелые для страны годы, последовавшие за развалом СССР.

Новизна исследования состоит в реконструкции истории жизни одного из выдающихся деятелей ОПК России в трагичный и сложный период. Актуальность исследования объясняется низким уровнем информированности широкой публики о выдающихся современниках, сделавших значительный вклад в безопасность страны. В основе исследования - биографический метод. В качестве исторических источников привлечены материалы, содержащие как прямые высказывания личного характера, так и документы, хранящиеся в Музейном комплексе «НПО машиностроения», мемуары.

В 1984 г. ушел из жизни создатель «НПО машиностроения» В.Н. Челомей. Генеральным конструктором, а затем, в 1989 - 2007 гг., Генеральным директором стал Г.А. Ефремов. Примечательно, что сотрудники избрали его на эту должность. Деятельность нового руководителя в советский период продолжалась всего семь лет. В 1991 г. политические изменения привели к серьезному экономическому кризису. Государство декларировало снижение расходов на оборонную промышленность и переход к рынку. Существовали различные, заинтересованные в развале «НПО машиностроения» структуры. Руководство предприятия начало борьбу за выживание. Ефремов понимал, что необходимо сохранить налаженные хозяйственные связи с десятками предприятий в Санкт- Петербурге, Оренбурге, Перми и других городах. Необходимо было объединиться. В 1992 г. была создана «Лига содействия оборонным предприятиям». Г. А. Ефремов стал ее активным деятелем, членом Президиума. Лига неоднократно обращалась в правительство с актуальными предложениями по реформированию и управлению ОПК [1]. Предстояло уйти от плановой, регламентированной деятельности и научиться работать в системе товарно-денежных отношений, сохранив при этом единственную в мире испытательную и производственную базу. Стремление задействовать разумные инициативы частных американских фирм были заблокированы правительством Б.Н. Ельцина [2]. Вместе с тем, удалось пресечь попытки западных коллег уничтожить предприятие под предлогом осуществления конверсионных программ. Надо было самим научиться продавать

свою продукцию. В противном случае предприятие ожидал крах. Предстояло найти достойный выход из патовой ситуации. Ефремов при поддержке коллектива пошел на риск. В 1991 г. началось сотрудничество с Индией, которое в 1997г. вылилось в создание совместной российско-индийской организации «БраМос». Существенным являлось то, что российское предприятие разрабатывало вместе с индийскими коллегами новую ракетную продукцию. За короткое время был пройден путь от проектирования моделей до серийного производства и поставок продукции войскам. Такая кооперация позволила упрочить положение предприятия, занять достойное место в системе ОПК, платить зарплаты инженерам и рабочим [3]. Реализовать социальные программы для сотрудников. Организовать на базе предприятия Аэрокосмический факультет МГТУ им. Н.Э. Баумана, обеспечив тем самым молодыми кадрами «НПО машиностроения». Но самым важным оставалась конструкторское дело. Именно под началом Ефремова были созданы сверхзвуковые противокорабельные ракеты «Оникс» и «БраМос», уникальная стратегическая крылатая ракета «Метеорит», гиперзвуковой ракетный комплекс стратегического назначения «Авангард». Совокупность решений и поступков, совершенных Генеральным конструктором, по праву можно назвать подвигом. Он один из тех, кто участвовал в сохранении и приумножении оборонного потенциала России.

Список литературы

1. Бодрихин Н.Г., Ефремов Г.А. Исполненный долг. М.: Молодая гвардия, 2023. 360 с.
2. Ефремов Г.А. Недозволенные речи. Реутов: ОАО «ВПК «НПО Машиностроения», 2016 г. 195 с.
3. Макаров Л.Е. Памятные страницы. Реутов: ОАО «ВПК «НПО Машиностроения», 2015. 215 с.

УДК338.12.017

НАПРАВЛЕНИЯ ТРАНСФОРМАЦИИ МИРОВОЙ ВАЛЮТНОЙ СИСТЕМЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Чернавский Е.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Машиностроительные технологии»
echernavskiy@yandex.ru
Научный руководитель: Галимова Л.Н., д.и.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В последние годы негативные изменения в экономике начали становиться всё более доминирующими. Известно, что инфляция – двигатель экономики и её развития, но на сегодняшний день она вышла из-под контроля во многих регионах мира. Проект направлен на более глубокое и всестороннее изучение мировой валютной системы. В процессе работы была изучена история использования средств оплаты человеком и установлена взаимосвязь изменений в устройстве экономики с последствиями прошедших пандемий человечества.

В современном мире всё кардинально поменялось. Так, резервными валютами до сих пор считаются английский фунт стерлингов и японская йена. При этом, крупнейшая экономика мира – Китай и его национальная валюта – юань не являются резервными, хотя в последнее время, КНР прилагает огромные усилия для создания зоны оборота юаня. [3]

При вводе санкций против Российской Федерации многие эксперты утверждали об обесценивании рубля по отношению к резервным валютам. Но российский рубль, на фоне беспрецедентного давления, показал уверенное укрепление ко всем валютам. В тоже время в отличие от доллара рубль стал подкреплен реальным товарным наполнением. В частности, оплата за нефть и газ, а также продукты питания и калийные удобрения уже переводится на расчёты в рублях. При этом, рубль сезонно опустился в конце осени до оптимальных значений.

Наблюдается тенденция роста в расчётах ряда стран между собой за товары в национальных валютах.

Из всего вышесказанного следует, что современная модель показывает ненадёжность доллара как основной резервной валюты. Из-за этого крупнейшие страны мира отказываются рассчитываться в долларах, отдавая предпочтение национальным валютам. Таких стран немного, и, скорее всего, они будут будущими мировыми экономическими центрами. Это РФ, КНР, Индия и США. [1]

Из-за деструктивной санкционной политики Европейского Союза можно констатировать, что инфляция в Еврозоне в конце прошлого года только набирает обороты. Грозящиеся отказаться от импорта российских товаров и ресурсов европейские политики готовятся усугубить внутри экономическую ситуацию из-за невозможности восполнить дефицит, создаваемый ими же, что в свою очередь вызовет неминуемые внутриполитические пертурбации.

В ходе изучения материалов видно, что на примере исторических параллелей можно найти определённые тенденции. Так, например, после окончания глобальных для мира кризисов менялся как тип, так и вид экономических отношений, а также судьбы целых государств и империй. Это долгий, цикличный процесс, который шёл постоянно и непрерывно. Ускорялся, когда экономическая система подходила к критической ситуации, в особенности катализаторами становились пандемии. Думаю, что сейчас уже настал похожий момент. Но в экономическом плане ситуацию усугубляет то, что экономические отношения в современном мире носят глобальный характер. Мы уже можем попытаться увидеть очертания нового мира. Возможно, это последний кризис капитализма, ведь на сегодня нет как внутренних, так и внешних ресурсов мировой экономики для выхода из глобальной депрессии: вся мировая экономика представляет собой единую систему разделения труда, сшитую единой финансовой системой, без возможности расширения рынков сбыта. И выйти из этой системы без существенных потерь практически невозможно. Наша страна, пожалуй, единственная, которая может выйти из этой системы с минимальными потерями, так как у нее имеются огромные ресурсные запасы, а экономика обладает большинством экономических факторов, способных обеспечить ей стабильное развитие вне глобального мира. Бенефициары глобальной финансовой системы активно помогают в этом деле.

Также по причине развития посткризисной депрессии почти неизбежен распад мира на относительно независимые системы разделения труда—валютные зоны, а у стран, которые войдут в эти зоны, есть шанс выйти из кризиса с меньшими потерями. [2, 3]

Список литературы

1. Маркс К.Г. Полная квинтэссенция 3-х томов / пер. с нем. С. Алексеева; сост. и предисл. Ю. Борхардта. Москва: Издательство АСТ, 2019. 352 с.
2. Школьников А.Ю. Национальные стратегии: геостратегический взгляд на будущее мира и России. СПб.: Corvus, 2020. 544 с.
3. Хазин М.Л. Воспоминания о будущем. М.: «РИПОЛКлассик», 2019. 35 с.

СЕКЦИЯ «СОЦИОЛОГИЯ И КУЛЬТУРОЛОГИЯ»

УДК 519.876.5

НЕГАТИВНЫЕ ЭФФЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В СОЦИАЛЬНУЮ РЕАЛЬНОСТЬ

Балашова О.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
balashovaod@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Гаврилова Ю.В., к.ф.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

На протяжении всего периода существования общества ключевую роль во взаимодействиях индивидов играли физические и биосоциальные процессы. Люди создавали различные объекты и решали задачи, основываясь на психофизическом взаимодействии и труде. Однако во второй половине XX в., с переходом общества в информационно-цифровую стадию развития, реальностью стало появление технологий моделирования, компьютеров, Интернета, были разработаны виртуальные объекты, цифровые среды, оформилось киберпространство. Особую популярность и производственную эффективность приобрели цифровые двойники – цифровые модели, имитирующие с высокой точностью объекты и процессы социальной реальности и даже самого человека. Внедрение их в социальную реальность позволило удаленно и с высокой скоростью обмениваться информацией, реализовывать сложные технические и инженерные процессы, прогнозировать развитие бизнеса, принимать точные решения, организовывать жизнь социальных групп [1]. В современном обществе цифровые двойники все чаще внедряются в систему социальных практик, влияют на наше самоопределение, приватность, безопасность и свободу. С одной стороны, они имеют большой потенциал для стремительного развития всех сфер общества; с другой стороны – формируют систему социальных рисков, среди которых вызывают опасение этические и социально-психологические эффекты негативного содержания. Такие эффекты затрагивают трансформации социальных практик, изменения в восприятии и переживаниях реальности, эмоциональные искажения, информационные сбои и т.д.

Эффект «психоэмоциональной тонизации» возникает в результате активного применения индивидами цифровых двойников, действие которых усилено иммерсивными технологиями, позволяющими создавать виртуальные среды и аудиовизуальные симуляции, при погружении в которые действия и воздействия пользователей ощущаются максимально естественно. Такие двойники интегрированы в компьютерные игры, приложения для обучения, симуляторы спортивных состязаний и тренировок. При контактах с подобного рода цифровыми моделями реальности индивиды переживают психоэмоциональные состояния, недоступные для регулярного переживания в повседневной жизни: образы становятся ярче, ощущения острее, воображение приобретает патологически активные формы. Возможность чувствовать мир по-другому вызывает зависимость – острое желание постоянной включенности в улучшенную версию социальной реальности. Это может привести к полной утрате способности воспринимать социальную действительность в отрыве от виртуальных сред; стираются границы между реальным и виртуальным мирами [2]. Опасным проявлением данного эффекта является регулярная тонизация психоэмоциональных состояний, которая держит психику в возбуждении, что вызывает хронический стресс, опасный для организма и нервной системы, способный привести к дезориентации и распаду личности. С вышеописанным эффектом связан эффект «интерактивной атрофии». Его действие сказывается на утрате успешности в интеракциях и коммуникациях в социальных группах. «Отмирание» обмена опытом в естественной среде взаимодействия людей связано с проектированием и созданием «цифровых двойников» самих себя в киберпространстве. Цели создания разные: анонимность, защита личной информации,

самовыражение, креативность. Цифровой двойник личности зачастую скрывает истинную сущность человека. Жизнь под маской собственного «цифрового двойника» приводит к потере подлинности и непосредственности общения, фальсификации информации, созданию идеализированных образов, мешающих взаимодействию людей. В результате утрачивается реальная эмоциональная глубина общения, так как цифровые двойники не способны испытывать и передавать истинные эмоции. Возникает опасность искажения эмоций, утраты эмпатии, так как при использовании цифровых технологий есть риск того, что эмоции будут переданы недостоверно, что может создать недопонимание и конфликты, отрицательно сказаться на коммуникациях, вызвать эмоциональную дистанцию и изоляцию. Таким образом, негативные эффекты внедрения цифровых двойников в социальную реальность опасны для личности и социальных групп, что требует контроля их проявления и корректировок воздействия на нервную систему, психофизиологию и сознание индивидов.

Список литературы

1. Багдасарьян Н.Г., Баева Л.В., Гаврилина Е.А. Социально-технологический дискурс в теориях и практиках цифрового тренда / Н. Г. Багдасарьян, Л. В. Баева, Е. А. Гаврилина и др. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. 167 с.
2. Гаврилова Ю.В. Ментальность в контексте взаимодействия социальной и виртуальной реальностей // Гуманитарный вектор. 2022. Т. 17. № 2. С. 82-93.

УДК 316.334.56

СЕГРЕГАЦИЯ МЕСТ ПРОЖИВАНИЯ В МЕГАПОЛИСЕ КАК СОЦИАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА

Бояринов А.Д. студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
andrybstudy@gmail.com
Научный руководитель: Ганин А.В. ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Москва и другие мегаполисы России занимают лидирующие места по темпам урбанизации. Этот факт может влечь за собой множество последствий, в частности, геттоизацию отдельных районов. Образование изолированных районов может привести к множеству социальных и экономических проблем, что затрудняет дальнейшее развитие городов. Изучение данного процесса может помочь предотвратить превращение городских районов в гетто и их дальнейшую деградацию.

С расширением экономических возможностей города растет и сам город. Так за 24 года население города Москва увеличилось с 10 миллионов человек до 13 миллионов с учетом общей демографической тенденции в РФ на естественную убыль населения [1], это очень высокий уровень роста, площадь Москвы сейчас составляет 2.5 тыс. км. кв. Такие интенсивные темпы роста влекут за собой последствия как экономические, так и социальные. Образование районов, которые изолированы и являются неблагополучными в такой ситуации очень частое явление.

Какие проблемы могут возникнуть в такой ситуации? Во-первых, могут появиться бедные районы, которые могут быть чем-то схожи с гетто, т.е. район населен социально нестабильными социальными группами. Во-вторых, городские районы могут быть плохо спланированы с точки зрения урбанистики, что может привести к отсутствию нужной инфраструктуры, которая может являться причиной проблемы, которая была упомянута ранее. Существует множество примеров таких районов, например город Котельники, который интегрирован в Москву и является районом с массовой застройкой и с разнообразным этническим населением [2] или город в Всеволожский р-н, Ленобласть, Мурино, население которого составляет около 100 (де-факто около 200) тыс. человек, однако инфраструктуры для нормального существования, что снизило цену на жилье

там на такой уровень, что туда могут селиться мигранты или особо бедные группы населения, что может превратить город (однако если мы посмотрим глубже, де-факто это район Петербурга) в очень опасный и населенный опасными группами населения район Ленобласти.

На западе методология изучения таких районов связана с изучением гетто – часто этническим районом, который обладает своими культурными особенностями и изолирован от других городских районов.

Но также следует отметить, что опыт Чикагской школы не стоит применять полностью на социальные процессы города, который находится в России. Существует множество экономических, социальных и исторических особенностей, которые не дают нам полностью использовать западные методы и концепции, однако некоторые идеи и некоторая методология может облегчить нам попытки исследовать городские районы.

Основная дихотомия, используемая в чикагской урбанистической социологии – это противопоставление города и деревни. В связи с этим различением гетто формируется при переходе из одного типа социальной реальности в другой. Иными словами, гетто – это не просто городской «контейнер» для бедняков, но скорее особый тип социальных отношений. Так, например, Луис Вирт описывает гетто как как исторически сложившийся этнический район, который изолирован от других районов, во многом по культурным причинам [3]. Однако это не подходит для описания наших неспокойных районов. Причина образования таких районов у нас – это не сегрегация по национальному признаку, а скорее экономическая сегрегация, поэтому культура в таких районах может быть не этнической, а совершенно другой, что требует более глубокого изучения.

Также стоит упомянуть работу Зорбо “Золотой берег и трущобы”, там описываются причины сегрегации и роста городов, берется в расчет и рельеф, а также экономические зоны, которые оказывают влияние на районы [3]. Это можно и заметить на примере и наших неблагополучных районов, большинство которых находится или в районе недавно вырубленных лесных массивов, ради снижения цены на жильё или в логистически неудобных местах, по той же причине (Тот же город Мурино, который зависит от Петербурга экономически и в который большинство жителей едут на заработки).

Дальнейшее изучение особенностей российских «геттообразных» районов требует эмпирических исследований, поскольку изучение этнического состава районов и его культурных особенностей невозможно провести при помощи статистики, множество мигрантов из других стран вообще могут не числиться в районе, а находиться в нем, а это тоже один из очень важных факторов для изучение сегрегированных районов.

Процесс сегрегации и изоляции отдельных районов городов очень опасный феномен, он может привести к последствиям, которые могут быть опасны для всего города, а также замедлять его развитие. Решение этой проблемы должен являться приоритетной целью для всех городских властей и планировщиков, а изучение таких районов требует отдельного внимая, поскольку данная область в социологии в России мало изучена.

Список литературы

1. Росстат: официальный сайт. Москва. URL https://rosstat.gov.ru/perepisi_naseleniya (Дата обращения 21.04.2024).
2. Варшавер Е., Рочева А., Иванова Н., Ермакова М. Места резидентной концентрации мигрантов в российских городах: есть ли паттерн? // Социологическое обозрение. 2020. № 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mesta-rezidentnoy-kontsentratsii-migrantov-v-rossiyskih-gorodah-est-li-pattern (Дата обращения: 21.04.2024).
3. Николаев В.Г., Берджесс Э.У., Маккензи Р.Д. Чикагская школа социологии. Сборник переводов. / пер. Николаев В.Г., под ред. Ефременко Д.В. Москва: ИНИОН РАН, 2015. 430 с.

УДК 316.774

ОБЩЕСТВО РИСКА: КАК ЗАЩИТИТЬ МОЛОДЕЖЬ В ЦИФРОВУЮ ЭПОХУ

Кожаева М.Н., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
maria_kozhaeva@mail.ru
Научный руководитель: Моторина И.Е., к.ф.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В современную эпоху, характеризуемую как «общество риска» по концепции социолога Ульриха Бека, проблемы молодого поколения приобретают новые формы. Интернет и социальные сети, ставшие неотъемлемой частью жизни, несут риски для молодых людей заблудиться в потоке информации, развлечений и соблазнов.

В статье рассматриваются основные информационные риски и угрозы, с которыми сталкивается молодежь в современном «обществе риска». Анализируются возможные негативные последствия возникающих рисков для личностного и социального развития молодежи. Предлагаются конкретные рекомендации для минимизации информационных угроз силами государства, общества, семьи и образовательных учреждений.

Одной из самых деструктивных угроз является кибербуллинг – агрессивное преследование и унижение жертвы с использованием цифровых технологий через оскорбления, компрометирующий контент, издевательства. Ключевым фактором, усугубляющим опасность кибербуллинга, является анонимность виртуальной среды, которая зачастую провоцирует безнаказанное и безответственное поведение агрессоров. Также актуальным риском является получение готовой информации в массовом порядке вместо самостоятельного поиска. У молодежи атрофируется способность творчески подходить к решению задач, формируется «клиповое» сознание с поверхностным восприятием. Работа преимущественно с экранами гаджетов ослабляет навыки визуально-пространственной ориентации, что затрудняет освоение профессий, связанных с реальным физическим пространством – инженерии, архитектуры. Многие молодые люди некритически относятся к интернету как источнику информации. Фраза «это написано в интернете» демонстрируют неспособность отличать достоверную информацию от недостоверной. Это может помешать в будущем при работе с большими массивами разнородных данных. Зависимость от социальных сетей ведет к замене реального общения виртуальным, созданию онлайн-персоны вместо развития реальной личности. Спросив своих друзей, как часто они проверяют свою страницу в социальных сетях, около 70% признались мне, что им трудно отказаться от проверки своей страницы хотя бы раз в день. В «обществе риска» традиционные устои и ценности семьи подвергаются трансформации. Ослабление семейных связей и размывание ролей приводит к тому, что молодежь лишается прочного ценностного фундамента для формирования жизненных ориентиров и представлений о морали.

Преодолеть эти риски возможно только совместными усилиями различных институтов. Необходимо развивать медиаобразование, воспитывать цифровую грамотность с раннего возраста. Молодежь должна уметь критически осмысливать контент, верифицировать информацию, противостоять кибербуллингу и дезинформации.

В школах и вузах следует культивировать информационную гигиену – разумное использование гаджетов и соцсетей, ценность живого общения и реальной самореализации. Институт семьи должен прививать традиционные духовно-нравственные ценности, демонстрировать на личном примере правильное отношение к технологиям. Государству важно создавать безопасную цифровую среду и качественные образовательные ресурсы. СМИ и интернет-компании должны блокировать опасный контент.

Семья, школа, государство и медиа должны объединиться, чтобы вооружить молодых людей цифровой грамотностью, научить их отличать правду от лжи и противостоять манипуляциям.

Лишь тогда мы сможем превратить «общество риска» в общество устойчивого развития и новых возможностей [1-3]!

Список литературы

1. Чупров В.И. Молодежь в обществе риска / В.И. Чупров, Ю.А. Зубок. – 2-е изд. – М.: Наука, 2003. – 223 с.
2. Солдатова Г.У. Цифровое поколение России: компетентность и безопасность / Г.У. Солдатова, Е.И. Рассказова, Т.А. Нестик. М.: Смысл, 2017. 375 с.
3. Рыбакова О.С. Безопасность несовершеннолетних в информационном обществе: анализ киберрисков и угроз // Мониторинг правоприменения. 2020. № 2. С. 35-40.

УДК 316

ЦИФРОВОЕ НЕРАВЕНСТВО В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Малинин Е.Е., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
malininee@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Оплетина Н.В., к.с.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Предполагается, что цель и последствия развития технологий - улучшение нашей жизни. Говоря про развитие и распространение цифровых технологий, мы возлагаем надежды, что такие процессы, как «компьютеризация», «информатизация», «автоматизация», «кибернетизация», «цифровизация» и др. если не станут волшебной таблеткой для решения всех наших проблем, то они хотя бы уменьшат количество рутинного труда, обеспечат стабильный рост мировой и региональной экономики и благосостояния, дадут каждому свободный доступ к информации и благоприятно повлияют на борьбу с социальным неравенством.

Обобщая основные направления осмысления: цифровое общество – это современная социокультурная реальность, где цифровые технологии играют ключевую роль в организации общественных взаимодействий через сетевые структуры и онлайн-платформы. Красной нитью между всеми подходами идёт стремление раскрыть влияние цифровой трансформации на общественные отношения, экономические процессы и поведенческие паттерны [1].

Специалисты в области выделяют некоторые процессы современности, которые могут привести к негативным последствиям, на которые мы уже сейчас можем обратить внимание:

1. Развитие технологий позволяет эффективно и против воли следить за людьми, за их действиями в сети, за их передвижением, за их работой и т.д. Такая тенденция в последствии лишает людей личного пространства, права на частную жизнь и конфиденциальность [1].
2. Изменение экономических процессов и развитие рынков онлайн-платформ. На примере как международного, так и отечественного рынков мы наблюдаем тенденцию увеличения онлайн платформ и что они занимают всё большую часть экономики.
3. Изменения в трудовой жизни под влиянием цифровизации влекут за собой пересмотр трудовых отношений между работодателем и работником, изменения в трудовых договорах, социальных обязанностях работодателя и функциях работников. Развитие искусственного интеллекта стало фактором влияния: ИИ постепенно становится технологией автоматизации для интеллектуального труда.
4. Десоциализация. Под десоциализацией, как потенциально негативной тенденцией информационного общества авторы понимают все процессы, приводящие к дегуманизации, усложняющие межличностные коммуникации и разрушающие «духовные» институты. Мы можем наблюдать у некоторых людей сложности с коммуникацией вне интернет. Касаемо духовных институтов, информационные технологии дегуманизируют и «деиндивидуализируют» людей, репрезентуя не личности, а статистику.

Под цифровым неравенством большинство исследователей понимают разрыв между отдельными лицами, домашними хозяйствами, организациями и географическими регионами, находящимися в разном социально-экономическом положении с точки зрения их возможностей доступа к ИКТ и его разному использованию для самых разных целей [2].

Можно выделить 3 уровня цифрового разрыва [3]:

1. Физическое или материально-экономическое неравенство по уровню и качества доступа к ИКТ. Исследование показало, что в России можно выделить 3 класса по этому уровню. «Элита»(15%) – большое кол-во социальных и медиа связей, высокая квалификация и доход, а так же лучший доступ к высокопоточному интернету; «Большинство»(50-60%) – меньше связей, менее качественный доступ в интернет, менее развитый уровень навыков и продуктивности использования полезных, а не развлекательных приложений; «Исключенный» или «Изолированный»(не менее 25% даже в развитых обществах) - люди без подключения к интернету: бедные; пожилые; безработные; мигранты.
2. Неравенство в навыках, в возможностях самостоятельно создавать контент, осуществлять значимую для данной социальной группы коммуникацию. Выделяются 4 вида навыков, которые могут быть маркерами этого уровня: 1) Умение пользоваться техническими устройствами; 2) Умение искать, отбирать и обрабатывать информацию; 3) Умение использовать полученную, обработанную информацию; 4) Умение использовать полученную, обработанную информацию в целях повышения своего благополучия.
3. Особенности использования ИКТ: частотность, мотивация, цели.

Исходя из вышесказанного мы видим, что переход к цифровому обществу стал логичным исходом процесса цифровизации, он несет в себе множество рисков и негативных феноменов, процессов и т.д., в основном связанных с развитием и распространением цифровых технологий. Цифровой разрыв становится проявлением социального неравенства в современном обществе. Он выражается в различиях между отдельными индивидуумами, домашними хозяйствами, организациями и регионами в доступе, компетенциях и опыту использования цифровых технологий. Цифровое неравенство представляет собой комплексный и многоуровневый [3] феномен, который требует системного подхода и усилий со стороны общества, чтобы смягчить его воздействие и обеспечить равные возможности доступа и использования цифровых технологий для всех его членов.

Список литературы

1. Василенко Л.А., Мещерякова Н.Н. Социология цифрового общества: монография. / Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2021. 226 с.
2. Черновицкая Ю.В. Техногенная цивилизация и новые формы неравенства // Научный результат. Социальные и гуманитарные исследования. 2022. Т. 8. № 3. С. 30-46.
3. Юдина М.А. Влияние цифровизации на социальное неравенство // Социологические исследования. 2020. Т. 16. С. 97-108.

УДК 130.2

ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ «ТИК-ТОК» НА ЧЕЛОВЕКА

Сотниченко А.О., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
sao23s015@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Моторина И.Е., к.ф.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Развитие социальных сетей внутри Российского общества происходит огромными темпами. Рассматриваемая социальная сеть «Tik-Tok» по данным электронного ресурса «Inclient» используют 59 миллион человек в России, это 35% от всего населения страны, данные предоставлены на момент ноября 2023 года. Рассмотрим популярность социальной сети "Tik-Tok", в сравнении с другими социальными сетями в России, по трем метрикам таким как: 1) время потребления среди населения (интерпретация: средний житель России в возрасте 12+, проводит в соцсети 10 минут в день (с учетом не-пользователей)); 2) среднесуточный охват аудитории (интерпретация: 10% населения России в возрасте 12+ заходят в соцсеть в средний день); 3) время среди пользователей (интерпретация: средний пользователь соцсети проводит в ней 10 минут в день). По данным исследований интернет ресурса «Mediascop», можем установить, что по времени среди пользователей «Tik-Tok» занимает первое место (данные на момент 26.02.2023 [2]) с среднемесячным потреблением 26,3 часа в месяц (на момент июля 2022 года [1]). По метрике, как среднесуточный охват аудитории социальная сеть «Tik-Tok» занимает третье место (27%) после «Telegram» (41%, второе место) «Вконтакте» (44%, первое место) (данные на момент 26.02.2023). Эти данные говорят о популярности данной социальной сети и ее массовости среди населения России. Влияние, которое оказывает социальная сеть «Tik-Tok» должно быть всесторонне изучено для представления последствий ее использования.

Целью работы является исследование статистики влияния социальная сети «Tik-Tok» на человека. Объектом исследования в данном случае являются пользователи социальной сети «Tik-Tok». Предметом исследования выступают процессы использования данной социальной сети в досуге.

Аудитория «Tik-Tok» составляет более 1,21 млрд. активных пользователей в месяц на момент октября 2023 года. Аудитория «Tik-Tok» в России составляет 59. Млн. человек, и составляет 40% интернет-пользователей страны [3]. Россия занимает 6 место (59 миллионов людей), после Вьетнама (5 место, 62,61 миллиона человек), Мексики (4 место, 68,89 миллиона человек), Бразилии (3 место, 94,96 миллиона человек), Индонезии (2 место,106,52 миллиона человек), США (1 место, 143,40 миллиона человек).

Распределенность по возрастам. Так самой многочисленной группой населения, использующей «Tik-Tok», являются люди от 18-24 лет (36%,от всех пользователей на момент октября 2023 [3]), далее идет возрастная группа 25-34 лет (32%), 35-34 лет (17%), 45-54 лет (9%), 55 лет и старше (6%). Здесь мы можем увидеть, что две возрастные группы 18-24 лет и 25-34 лет, являются самыми многочисленными, это говорит о том, что больше всего влияние социальная сеть «Tik-Tok» оказывает на молодежь. «По данным компании, россияне старше 12 лет проводят на платформе 30% всего времени, выделенного на соцсети – это даже больше, чем во «ВКонтакте» и «Telegram» (обе сети по 29%). Более того, для пользователей 12-24 лет это с отрывом самая популярная соцсеть, именно ее они открывают 41% времени». Более взрослые группы населения используют его в меньшей степени.

Среди российской аудитории «Tik-Tok» используют 50,9% мужчин и 39,7% женщин. Возможно, это связано с контентом социальной сети, где самым популярным являются развлечения (53,8%) и танцы (18,2%) [1].

В месяц среднестатистический пользователь проводит в «Tik-Tok» 32,5 часа. Если высчитать сколько человек трудоспособен в месяц (330 часов) и сколько процентов занимает использование «Tik-Tok», то мы увидим, что это 9,84 времени.

Как повлияла блокировка социальной сети на ее потребление? Несомненно, блокировка возможности выкладывать видео в «Tik-Tok» пользователями РФ после февраля 2022 года отразилось и на потреблении данной социальной сети. Причиной этому стал закон о «Дискредитации ВС РФ», «Китайская соцсеть сочла, что с учетом принятия поправок в российское законодательство, с которыми наказание за дискредитацию армии и фейки может достигать 15 лет лишения свободы, продолжение работы в России опасно» [3].

Чаще всего 60% пользователей используют «Tik-Tok» для развлечения, 45% пользователей используют «Tik-Tok» для проведения свободного времени, 28% пользователей ищут новые идеи или вдохновение, еще 28% пытаются самовыражаться через социальную сеть, 22% используют приложение для слежки за друзьями. В итоге на развлечение и проведения свободного времени, пользователи социальной сети больше всего тратят своего внимания. Эти данные говорят нам о господствующем развлекательном характере приложения.

Выводы анализа статистики социальной сети «Tik-Tok» таковы: это приложение является одним из самых популярных приложений в России с огромной аудиторией в 59 миллионов людей. Также «Tik-Tok» пользуется огромным спросом у молодежи, практически, самая многочисленная целевая аудитория приложения – это молодежь от 12-24 лет. Также «Tik-Tok» потребляют огромное количество времени пользователи данного приложения около 32,5 часов в месяц и 65 минут в день. Самой распространенной причиной использования приложения является развлечение и проведение свободного времени.

Список литературы

1. Inclient. URL: https://inclient.ru/tiktok-stats/#:~:text=По%20данным%20Datareportal%20аудитория%20TikTok,первом%20месте%20тогда%20был%20Whatsapp* (Дата обращения 14.12.2023).
2. Mediascop. URL: https://mediascope.net/news/1681112/ (Дата обращения 14.12.2023).
3. RBC.ru. URL: https://www.rbc.ru/business/06/03/2022/6224ffe79a7947837fc69e7e / (Дата обращения 15.12.2023).

УДК 316.776

ЦИФРОВОЕ ОДИНОЧЕСТВО: ПРИЧИНЫ ЕГО ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА

Шаркова Л.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
ladasharkova22@yandex.ru
Научный руководитель: Чернышева А.В., к.ф.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Техника и технологии в современном мире не стоят на месте, они постоянно развиваются и совершенствуются. Так, благодаря распространению социальных сетей, которые изначально были призваны дополнять живое общение, меняются механизмы межличностной коммуникации, преобладающей тенденцией которых становится перенос всего общения в виртуальный мир.

Почему же люди предпочитают коммуникацию в социальных сетях общению в реальной жизни? Наиболее существенными, на наш взгляд, причинами являются следующие. Во-первых, это удобно: люди из разных городов и стран, из разных локаций, будь то учебное заведение или кафе, могут мгновенно связываться друг с другом. Во-вторых, при текстовом общении возникает виртуальный барьер. Мы находимся в комфортной обстановке за экраном смартфона или монитора, следовательно, можем оборвать контакт с собеседником в любое время, безопасно для себя. Множество психологических факторов опускаются в этот момент, например, стресс, и коммуникация становится легкой. В-третьих, таким образом люди закрывают потребность в гормоне дофамине. Это гормон удовольствия. Лайки, комментарии к записям, просмотр новостей

и роликов — доставляют человеку удовольствие. В итоге человек сталкивается с зависимостью и нежеланием что-либо делать вне пределов виртуальности [1].

Однако «оцифрованная» коммуникация таит в себе множество угроз, одна из которых проявляется в таком феномене, как цифровое одиночество. *Цифровое одиночество* — явление, при котором индивид, находясь в виртуальном мире, общается и взаимодействует с друзьями, близкими, знакомыми, но при этом ощущает потерянность, брошенность и отчужденность.

Новая цифровая реальность открывает для нас невероятные возможности в обучении, работе, творчестве, общении и многих других сферах. Если «оцифрованная» коммуникация так удобна, каковы тогда причины возникновения цифрового одиночества и почему оно несёт опасность для человека, его ментального и физического здоровья? Стоит начать с того, что коммуникация в сети Интернет менее устойчива и стабильна. Она заполнена кратковременными, формальными связями и контактами, то есть в данном случае *количество доминирует над качеством*. Это приводит к тому, что человек, несмотря на существенное количество контактов, испытывает «дефицит» в подлинном и открытом общении на основе духовно-нравственной системы ценностей и смыслов, связывающей индивидуально-личностные миры индивидов, образуя между ними «вселенную». Теряется духовно-ценностная связь между участниками общения, речь идет о полном межличностном отчуждении [2].

Цифровое взаимодействие лишено невербальных и эмоциональных сигналов. Это затрудняет установление подлинных глубоких связей и приводит к кризису эмпатии в обществе. Как отмечает И.В. Чеботарева: «В новом искусственном мире вместо улыбки можно поставить смайлик, выражая реальные эмоции символом, имитируя радость» [3].

Также в социальных сетях считается нормой демонстрировать исключительно положительные моменты своей жизни, игнорируя отрицательные. Вместо того, чтобы делиться тем, что происходит на самом деле, люди хвастаются достижениями, отпуском или едой. В перспективе это может привести к тому, что молодые люди не смогут объективно оценивать окружающую их реальность.

Таким образом, виртуальный мир в действительности способствует не сближению индивидов, а их отдалению и обособленности, что влечет за собой распространение ментальных и физических проблем. Человечеству необходимо не допустить ситуацию, при которой одиночество станет доминирующим способом существования.

Список литературы

1. Ларионова Е.М. Интернет и гаджеты: проводники одиночества или шанс на новые связи? URL: https://www.b17.ru/article/internet_i_gadzhety/ (Дата обращения: 16.04.2024)
2. Лященко М.Н. Одиночество в информационно-техногенном обществе // Контекст и рефлексия: философия о мире и человеке. 2017. Т. 6. № 3А. С. 77-84.
3. Чеботарева И.В. Влияние новых коммуникационных технологий на характер социальных отношений в современной России // Вестник современной науки. 2015. № 5. С. 212-215.

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННАЯ АНАЛИТИКА И ПОЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 681.518

ГИБРИДНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА (ГИНС)

Бойко К.Ю., студент,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»,
Научно-исследовательская группа “ГИнС”
bkyu23s002@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Катков О.Н., к.и.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
katkovon@bmstu.ru

В современном мире, где инновации проникают во все сферы жизни, необходимо разрабатывать новые технологии для успешной реализации передовых идей. Это особенно актуально для достижения целей в областях деятельности, основанных на научных знаниях и инженерных разработках.

Технические разработки, осуществляемые на базе Интернет-платформ, с использованием больших данных, Интернета вещей и других цифровых технологий, позволяют достигать желаемое, экономя ресурсы: время, средства, рабочие руки и т. д.

С каждым годом усугубляется проблема повышения интеллектуальной продуктивности, т. е. нахождения методов, технологий, систем, обеспечивающих активизацию разработки конкурентоспособных инженерно-технических и управленческих решений за счет мобилизации для этого мощного совершенствующегося интеллектуального потенциала.

Одним из примеров такой системы может служить ГИнС – Гибридная интеллектуальная система. Реализованный в ней подход подразумевает комплементарное сочетание естественного интеллекта, присущего человеческому разуму и искусственного- компьютерного.

В рассматриваемой ГИнС-системе естественный интеллект обеспечивает умение воспринимать окружающий мир, анализировать его, различать, комплексно осмысливая объекты реальности, и взаимодействовать с ними, а также с их составляющими, зачастую не руководствуясь строгими алгоритмами. То есть, за человеком в ГинС-системе закреплены функции присущие только человеку. Естественный интеллект в рамках ГИнС можно классифицировать, подразделяя на социальный и индивидуальный.

Понятие «социальный интеллект», о котором еще в 1910 г. писал О. Конт в работе «Дух позитивной философии» [1], объединяет в себе умение понимать окружающих, и познание самого себя в глазах других людей, и социальную перцепцию. Это способность некоторого индивидуального интеллекта взаимодействовать с такими же представителями, как он, прогнозируя их реакции на те или иные слова и поступки. К содержанию социального интеллекта различные авторы относят: социальную сенситивность, социальную память, социальную перцепцию и социальное мышление [2].

К основной способности ГИнС необходимо отнести свойство социального интеллекта организовывать продуктивное взаимодействие отдельных личностей при решении задач интеллектуальной генерации. Практически есть основания утверждать, что в ходе интеллектуального взаимодействия отдельные личности формируют новый тип субъекта интеллектуальной деятельности - творческое сообщество.

Искусственный интеллект представляет собой способность компьютерных систем выполнять разнообразные интеллектуальные задачи, которые ранее были доступны только человеку. Искусственный интеллект, в свою очередь, в рамках ГИнС подразделяется на аналитический и генеративный.

Аналитическим называется искусственный интеллект, который ориентируется на принятие решений на основе данных и извлекает аналитические сведения с помощью

математических методов и моделей, а также машинного обучения. Аналитический искусственный интеллект использует алгоритмы и модели для изучения данных, выявления закономерностей и тенденций. Он способен обрабатывать большие объемы информации, показывать скрытые связи

Генеративный ИИ — это технология AI (artificial intelligence), используется для создания новых данных, таких как тексты, изображения или музыка, которые могут быть похожи на те, что созданы человеком.

На данный момент, в зависимости от степени участия человека в управлении, ряд специалистов выделают три вида искусственного интеллекта: сильный, слабый и сверхинтеллект [3]. Это некие условные уровни развитости систем ИИ, определяющие их технологические возможности и спектр задач, на который они способны.

Слабый искусственный интеллект может выполнить только те задачи, для которых его заранее запрограммировали. Он не обладает способностями к самостоятельному обучению, как человек.

Сильный искусственный интеллект на данный момент, судя по публикациям, существует лишь в перспективах развития технологий. Но предполагается, что он сможет использовать ассоциации для решения разнообразных задач и будет способен конкурировать с человеческим мышлением.

Возможности сверхинтеллекта пока выходят за пределы человеческого понимания, и появиться он сможет только при успешной реализации сильного искусственного интеллекта. Таким образом, в настоящее время, по крайней мере в открытом доступе, зафиксировано лишь наличие слабого ИИ, обладающего рядом ограничений, по сравнению с мышлением человека.

Предположение, что если дать возможность слабым системам ИИ объединиться, то возможно формирование сильного ИИ, пока не обеспечено необходимыми доводами.

Предложенный ГИнС – подход усиления возможностей естественного интеллекта ресурсами ИИ имеет большие перспективы в области управления сложными системами и научных исследованиях.

Список литературы

1. Конт О. Дух позитивной философии. Слово о положительном мышлении. Ростов н/Д: Феникс, 2003. 256 с.
2. Кудинова И.Б., Вотчин И.С. Социальный интеллект как предмет исследования // Сибирский педагогический журнал. 2005. № 4. С. 132-142.
3. Шилкина Е.П. Проблемы правосубъектности искусственного интеллекта // Молодой ученый. 2023. № 7 (454) С. 220-224. URL: https://moluch.ru/archive/454/100155/ (Дата обращения: 06. 04.2024).

УДК 316.774

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СОЦИАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Канаев А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
kanaevaa@student.bmstu.ru
Паршева О.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
parshevaoa@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Авдеева З.К., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
avdeevaZK@bmstu.ru

Роль социального управления в современном мире остается ключевой для обеспечения стабильности, развития и удовлетворения потребностей общества. Социальное управление представляет собой процесс координации и управления социальными отношениями, институтами и ресурсами с целью достижения общественных целей и улучшения качества жизни граждан.

От других видов его отличают цели и объект управления. Так, в биологическом управлении целью является поддержание жизнедеятельности организма или видового сообщества. В техническом управлении основной целью является оптимизация процессов и достижение заданных технических параметров. В социальном управлении основным объектом управления являются социальные системы – группы людей, общества, организации – с их ценностями, интересами и потребностями [1]. Цели социального управления связаны с обеспечением благосостояния, справедливости, удовлетворения потребностей общества и его членов.

Социальные системы обладают высокой степенью сложности и неопределенности. В отличие от биологических или технических систем, в социальных системах сложно предсказать поведение людей, так как оно зависит от множества факторов, включая социокультурные, экономические и политические аспекты.

В социальном управлении часто требуется участие и взаимодействие различных заинтересованных сторон. Это может включать граждан, правительственные и неправительственные организации, бизнес-сообщества и т. д. В отличие от биологического управления, где процессы могут быть автоматизированы, и технического управления, где часто принимаются решения на основе четких алгоритмов, социальное управление требует учета множества мнений и интересов.

Специфика задач социального управления заключается в том, что они связаны с организацией и регулированием социальных отношений, влиянием на поведение людей, созданием условий для развития общества и индивидуального благополучия. Задачи социального управления могут включать разработку и реализацию социальных программ, политик, регулирование социально значимых процессов (например, образование, здравоохранение, трудоустройство), а также управление конфликтами и разрешение социальных проблем.

Решение задач социального управления имеет в своем фундаменте информацию и технологии, связанные с оперированием ею. Информация является основой для анализа текущей социальной ситуации, выявления проблемных областей и определения приоритетов в действиях социальных учреждений и государственных органов. Собирая, систематизируя и анализируя данные о демографии, здравоохранении, образовании, занятости и других аспектах жизни общества, информационные технологии позволяют выявлять тенденции, прогнозировать развитие событий и разрабатывать эффективные стратегии социального развития.

Электронные системы управления позволяют ускорить процессы предоставления государственных и социальных услуг, сделать их более доступными для граждан, снизить

бюрократическую нагрузку и улучшить обратную связь между государством и обществом. Цифровизация государственных сервисов, включая системы электронного правительства, онлайн-платформы для записи на прием к врачу или получения социальных пособий, содействует повышению эффективности социального управления и улучшению качества жизни населения. Аналитика данных и искусственный интеллект помогают выявлять паттерны, предсказывать тенденции и оптимизировать распределение ресурсов для решения социальных проблем.

Качество принятого решения зависит от правильности обработки данных, зачастую человеческий фактор мешает это сделать. Справиться с этой задачей помогают системы поддержки принятия решений (СППР). Цель программных продуктов, использующих СППР, – контроль отклонения параметров процессов от регламентированных, анализ причин и формирование актуальных рекомендаций по устранению или необходимой корректирующей реакции системы управления процессом [2]. Однако такие системы узко направлены и конечным звеном в них выступает лицо, принимающее решение.

Зачастую СППР понимают шире и относят к ним также различные справочники, калькуляторы, компоненты бизнес-интеллекта (BI) и системы контроля, поскольку в том или ином виде они также помогают сделать какие-то выводы и принять решение. Однако главное отличие СППР в том, что она не просто представляет информацию, но и вырабатывает конкретные рекомендации для принятия управленческого решения, то есть выдает определенного вида результат.

Таким образом, информация и информационные технологии становятся неотъемлемой частью современного социального управления, способствуя повышению эффективности, прозрачности и доступности управленческих процессов, улучшению взаимодействия с общественностью и активизации общественного участия в процессах управления.

Список литературы

1. Демин Д.А., Коротаева Т.В. Цели, задачи и принципы социального // Скиф. Вопросы студенческой науки. 2020. № 7(47). С. 339-343.
2. Половинкин Е.С., Новицкий В.О. Обзор программных продуктов, использующих системы поддержки принятия решений в области диагностики процессов // Информационно-аналитические и интеллектуальные системы для производства и социальной сферы: сборник статей всероссийской межвузовской научно-практической конференции молодых учёных (Москва, 24 ноября 2022 года) / Российский биотехнологический университет. Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. С. 67-74.

УДК 316.774

БАЛАНСНО-ЕМКОСТНОЙ МЕТОД (БЕМ) МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕАКЦИИ СОЦИАЛЬНОЙ СРЕДЫ НА ИНФОРМАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Комарова О.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
komarovaov@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Катков О.Н. к.и.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В современном мире, где информация становится все более мощным ресурсом, прогнозирование социальных последствий от непрерывно нарастающего информационного потока приобретает критическое значение. Эффективное моделирование реакций социальных сообществ на информационное воздействие может значительно повысить способность организаций, государственных структур, а также отдельно взятого человека адекватно реагировать на социальные вызовы.

В предлагаемой материале приведено описание модели балансно-ёмкостного метода (далее БЕМ) моделирования процессов реагирования субъекта, находящегося под информационным воздействием [1].

В качестве прототипа БЕМ была использована ёмкостная модель, рассматривающая любое информационное событие, как причину повышения социально-психологического напряжения субъекта, воспринимающего информационное воздействие. При этом предполагается, что субъект имеет ограниченную способность выдерживать информационную атаку без явных поведенческих проявлений. Можно сказать, что он имеет ограниченную емкость «чаши терпения». Когда уровень социально-психологического напряжения превышает «порог возмущения», можно ожидать явной социальной реакции, например, недовольства аудитории [2].

Таким образом, в контексте описанной модели, субъектом будем называть элемент, моделирующий поведение социальной группы людей, которые реагируют тем или иным образом на типовые информационные воздействия.

В качестве основных свойств субъекта рассматриваются следующие:

- численность и доля субъекта в исследуемом социальном обществе;
- мера его автономности;
- границы возможных социально-психологических состояний, в том числе порог проявления различных поведенческих реакций (осознание, высказывание, протест и т.п.);
- ресурсы влияния на других субъектов;
- объем памяти для фиксации информации о событиях и их реакциях;
- скорость забывания события;
- способность к адаптации и обучению.

Однако у ёмкостной модели есть недостаток, который был учтен при разработке балансно-емкостной модели. Речь идет о необходимости учитывать способность позитивных информационных воздействий снижать уровень социальной напряженности.

В БЕМ субъект, воспринимающий информационное воздействие, представлен в виде двух емкостей, в одной из которых накапливается негативное напряжение субъекта, в другой – позитивное. Предполагается, что система в целом социально устойчива, если вес скопленного негативного напряжения не превышает веса позитивного [3].

Предлагаемая БЕМ рассматривается как аналитический инструмент, позволяющий не только фиксировать то или иное состояние субъекта, но и управлять этим состоянием.

Важной особенностью предполагаемой модели является учет чувствительности различных аудиторий к сообщениям разной тематики, что обеспечивает адаптацию модели к специфическим характеристикам исследуемых групп.

БЕМ также учитывает естественный процесс забывания, то есть потерю социального напряжения с течением времени, зависящую от психологических особенностей аудитории и характера информационного фона. Кроме того, она рассматривает склонность аудитории к формированию позитивных ожиданий даже в условиях дефицита позитивной информации или при недостаточной убедительности негативной информации.

Количественно описывая способность той или иной аудитории преобразовывать тематические сообщения в социально-психологическое напряжение, модель позволяет прогнозировать социальные реакции и разрабатывать программы снижения социального напряжения и противодействия информационной агрессии.

Список литературы

1. Кораблев Ю.А. Исследование точности емкостного метода анализа редких событий по неопределенности в процессе форматирования событий. // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020. № 1. С. 49–67.

2. Кораблев Ю.А., Голованова П.С., Кострица Т.А. Емкостный метод анализа редких событий в сфере услуг. // Экономическая наука современной России. 2020. № 3. С. 132-142. DOI: https://doi.org/10.33293/1609-1442-2020-3(90)-132-142.

3. Плющ А.Н. Социально-психологические механизмы информационного влияния: монография. Нежин: «Видавництво Аспект-Поліграф, 2017. 244 с.

УДК 314.5

ИЗМЕНЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ К БРАКУ В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЩЕСТВЕ

Масленников В.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
mvm23s010@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Никитина Т.А., к.п.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
nikitina_ta@bmstu.ru

Проблема кризиса института брака относятся к числу наиважнейших вопросов, затрагивающих жизнь современного общества, современный брак все больше отличается от традиционной брака, модель которого просуществовала несколько столетий, поэтому с точки зрения традиционных ценностей, можно говорить о кризисе современного института брака.

Во-первых, снижение числа законных браков вызвано не только снижением людей брачного возраста (сейчас в брак вступает малочисленное поколение 90-х годов), но и изменение отношения людей к нему. Существует несколько возможных причин понижения уровня брачности не только в России, но и в мире, главная из них - увеличение доходов и образованности женщин. В результате у женщин появилось больше моделей возможного поведения. В современном обществе женщина может ставить целью своей жизни не только семью, но и карьеру, саморазвитие или получения удовольствия. Также эмансипация женщин привела к возможности самостоятельно выбирать партнера для создания семьи, что повысило требования к ним.

Во-вторых, повышения возраста вступления в брак, вызванное повышением требованиям к работникам в современной экономике и рассветом культа индивидуализма. Люди 15–64 лет в России в 2022 году обучаются в среднем на 3 года дольше, чем в 1990 году [1]. Многие современные области экономики требуют беспрерывного обучения или частой переквалификации, что забирает достаточное количество времени на поиск партнера и создание семьи.

В-третьих, растет количество разводов, которые влияют не только на материальное положение обоих супругов, но и психическое состояние всех членов семьи. Особенно сильно развод влияет на детей. Детям приходится выбирать с кем из родителей жить, возможно менять район или город проживания, что негативно сказывается на их психике. Исследователи из Университета Содружества Виргинии Д. Сальваторе и К. Кенделер подтвердили, что дети, чьи родители развелись, с большей вероятностью разведутся, когда создадут свою семью. Точные причины не называются, однако возможно это связано с наследственными характеристиками индивида (вспыльчивостью, неспособностью идти на компромиссы) или психологической травмой.

Таким образом, в настоящий момент состояние брака как одного из древнейших институтов далеко от идеала. Если люди все чаще разводятся и все реже вообще вступают в законный брак, предпочитая ему менее обязывающее сожительство или полную свободу в одиночестве, то этот путь, называемый вторым демографическим переходом, ведет не к модернизации семьи и брака, а к разрушению семьи как социального института, без которого невозможно воспроизводство населения [2]. В прошлом заключения брака в большинстве случаев был неотъемлемой частью жизни любого человека, то сегодня общество все более лояльно относится к людям, которые проживают вместе вне брака или полностью отказываются его заключать. При этом современный брак является на сегодняшний день

наиболее подходящей формой узаконивания отношений (за отсутствием других вариантом), защищая права обоих супругов и давая им определенные льготы.

Современный кризис института брака вызван также безответственным выбора партнера и иллюзией бесконечного выбора, созданной Интернетом и приложениями для знакомств. Многие люди предпочитают не искать решения конфликта и не идти на уступки, поскольку у людей создается впечатление, что у них есть возможность неограниченное количество раз менять партнера, пока они не встретят подходящего. Данное поведение также вызвано культом индивидуализма – «желанием жить для себя», который создается и распространяется социальными сетями. Люди осознано отказываются от создания отношений и рождения детей в пользу получения удовольствий и прожигания жизни, для них ценностью становится не крепкий брак и семья, а личное счастье и желание быть похожим на успешных людей из медиа.

Подводя итоги вышесказанному, можно сделать вывод, что институт брака действительно претерпел множественные изменения, однако сложно сказать можно ли это действительно назвать «кризисом» Модель брака, похожего на современный, появилась относительно недавно, около ста лет назад, и для того момента истории данная трансформация тоже казалась кризисом, однако это была скорее модернизация, которая происходит и по сей день, так как общественный контроль за этим институтом с каждым годом снижается, это позволяет людям выбирать такое брачное поведение, которое они считают правильным и более удобным для них. При этом трансформация брака происходит вместе с трансформацией общества и демографическим переходом, поэтому можно сделать предположение, что в ближайшем будущем «кризис института брака» будет продолжаться, пока брак не станет тем институтом, который будет полностью удовлетворять потребностям и желаниям общества, при этом говорить о полном исчезновении брака как института не стоит, так как даже находясь в «кризисном положении» брак будет оставаться главным общественным и государственным институтом, регулирующим отношения между партнерами.

Список литературы

1. UNDP (United Nations Development Programme). 2024. Human Development Report 2023-24: Breaking the gridlock: Reimagining cooperation in a polarized world. New York. URL: https://hdr.undp.org/system/files/documents/global-report-document/hdr2023-24snapshotru.pdf (Дата обращения 01.05.2024)
2. Синельников А.Б. Семья и брак: кризис или модернизация? // Социологический журнал. 2018. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/semya-i-brak-krizis-ili-modernizatsiya (Дата обращения: 12.05.2024).

УДК 316.77

ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Панкратова М.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
maryanap1801@gmail.com
Сковпень Т.Н., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
taisiya.skovpen05@mail.ru
Научный руководитель: Галаганова С.Г., к.ф.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Стремительно активизирующееся использование набора технологий, условно названных «искусственным интеллектом», продолжает вызывать бурные дискуссии по поводу возникающих этических проблем [1]. В настоящее время многие из них регламентируются принятым 26 октября 2021 года «Кодексом этики в сфере искусственного интеллекта» [2]. Кодекс

представляет собой единую систему рекомендательных принципов, предназначенных для создания среды доверенного развития технологий искусственного интеллекта (в дальнейшем – ИИ) в России. Важность развития этики ИИ и необходимость увеличения числа подписантов Кодекса отражены в поручении Президента РФ по итогам конференции «Путешествие в мир ИИ» (от 16 декабря 2021 г. № Пр-2371, п. 1г), в соответствии с которым Правительству РФ поручено принять меры по увеличению числа российских и иностранных организаций, присоединившихся к Кодексу.

Однако ряд областей применения ИИ и связанных с этим серьёзных этических проблем по-прежнему остаётся за рамками Кодекса.

Применение ИИ в *автономных транспортных системах,* связанное с угрозой человеческой жизни, требует жёсткой настройки ИИ на принятие этически обоснованных решений в экстремальных ситуациях и его способности к аргументации своих действий. Очевидно, что ответственность за действия, совершаемые автономными транспортными системами на основе ИИ, должны нести их владельцы и разработчики, а законодательные органы должны разработать соответствующие законы и стандарты, определив меры пресечения их нарушений.

Поисковые сервисы на базе ИИ обозначили проблему возможной предвзятости разработчиков в соответствии с их личными интересами. Продвижение товаров определённого производителя, настройка системы распознавания лиц на конкретный этнический тип, создание «информационных пузырей» вокруг пользователей социальных сетей – всё это требует регулярного проведения независимых аудитов, а также разработки соответствующих алгоритмов, позволяющих выявлять предвзятость разработчика.

Технологии ИИ в *судебной системе* могут повысить результативность и точность действий юристов как в консультировании, так и в судебных разбирательствах. Однако и здесь есть свои этические проблемы: отсутствие «прозрачности» в действиях инструментов ИИ, когда принятые с их помощью решения не всегда понятны людям; несправедливый и дискриминационный характер этих решений, их несоответствие базовым ценностям общества. Всё это требует соответствующей доработки стандартов и настройки обучающих данных и алгоритмов, а также знания юристами и разработчиками основ этики ИИ.

Большой популярностью сегодня пользуются приложения, имитирующие *социальную коммуникацию***.** Однако опыт компании Microsoft, выпустившей в 2016 году чат-бота под названием Tay, выявил такую проблему, как обучение бота на неподтверждённых данных. Стало очевидно, что недоработанные и сложные в применении ИИ-системы могут быть использованы для распространения деструктивного контента. Это свидетельствует о необходимости разработки механизма защиты от неприемлемого поведения ИИ в процессе сетевого социального общения.

В настоящее время ИИ также всё чаще используется в качестве инструмента контроля *за поведением человека*. Примером применения ИИ в данной сфере может служить компания Amazon, которая задействовала алгоритмы для слежения за работой курьеров. Однако при этом не учитывается человеческий фактор и нестандартные ситуации, что зачастую ведёт к отстранению от работы курьеров без уважительной причины. Решение данной проблемы требует разработки человеко-ориентированных алгоритмов. К тому же вряд ли целесообразно полностью перекладывать на ИИ ответственность за принятие таких важных решений, как увольнение работника [3].

Список литературы

1. Абрамова А.В., Игнатьев А.Г., Панова М.С. Этика в области искусственного интеллекта: от дискуссии – к научному обоснованию и практическому применению. Аналитический доклад. М.: МГИМО-Университет, 2021. 206 с.

2. Кодекс этики в сфере искусственного интеллекта. URL: https://apanasenkovskij-r07.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/userfiles/Novosti/Rospotrebnadzor/Kodex_etiki_v_sfere_II_-_text.pdf. (Дата обращения: 05.05.2024 года).
3. Миндигулова А.А. Этика и искусственный интеллект: проблемы и противоречия // Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования. 2022. № 3. С. 146–150.

УДК 523.985-125

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО СОЦИАЛЬНОГО РИСКА

Смолина Е.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
smolinaer@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Гришнова Е.Е., д.п.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
grishnova@bmstu.ru

Социальный риск – это вероятность наступления событий, угрожающих нормальному воспроизводству человека, его физиологической и социально-экономической жизнедеятельности [1]. В настоящее время демографические социальные риски относят к серьезным вызовам, с которыми сталкивается Российская Федерация. По мнению экспертов, с 2016 года Россия вошла во вторую волну депопуляции, которая формируется, прежде всего, вследствие устойчивого снижения рождаемости.

Информационное прогнозирование предоставляет широкий набор инструментов для анализа подобных рисков. В процессе жизнедеятельности все изменения, связанные с социальными рисками, оставляют документальные следы, которые могут быть зафиксированы с разным уровнем объективности, достоверности и оперативности сведений [2]. Информационное прогнозирование позволяет систематически собирать и анализировать раннее неизвестные данные для получения объективной картины состояния и развития социальных рисков.

Цель информационного прогнозирования в оценке демографического социального риска заключается в том, чтобы идентифицировать факторы, влияющие на демографическую ситуацию, анализировать и прогнозировать их развитие, учитывая меняющиеся обстоятельства и появление новых вводных данных.

В настоящий момент исследователями не предложен конкретный алгоритм реализации информационного прогнозирования применительно к социальным рискам, в частности демографическим. В связи с этим нами предлагается следующая последовательность этапов:

1. Сбор и анализ данных. Их получение возможно из различных источников: статистические отчеты, научные исследования, социологические опросы, правительственные и корпоративные базы данных, средства массовой информации и социальные сети.
2. Идентификация факторов. В рамках данного этапа необходимо определить индикаторы, которые могут оказывать влияние на демографический социальный риск. Для выделения наиболее значимых факторов среди них используются методы математической статистики (корреляционный анализ, канонический анализ и другие).
3. Прогнозирование развития социального риска. На основе имеющихся данных и выявленных факторов составляется прогноз.
4. Интерпретация результатов и подготовка рекомендаций. Данный шаг включает анализ полученного прогноза и разработку предложений для смягчения остроты социального риска и предотвращения негативных последствий.
5. Мониторинг информационного поля и корректировка прогноза. Для повышения эффективности нами был разработан инструмент, основанный на нейронных сетях и предназначенный для анализа новостного контента на предмет влияния (позитивного или

негативного) на демографические социальные риски. Соответственно, инструмент позволит корректировать прогноз на основе новых данных, а вместе с ним и стратегию управления социальным риском.

Таким образом, следуя данному алгоритму, исследователи могут выявлять ключевые факторы, разрабатывать и дополнять прогнозы для эффективного управления демографическими социальными рисками. Следует отметить, что предложенный алгоритм информационного прогнозирования может быть адаптирован и для других социальных рисков.

Список литературы

1. Канаева О.А. Социальная политика государства и бизнеса: учебник для вузов. Москва: Юрайт, 2023. 343 с.
2. Гордукалова Г.Ф. О методах и процедурах информационной диагностики объекта // Библиосфера. 2008. № 1. С. 29-32.

СЕКЦИЯ «ФИЛОСОФИЯ»

УДК 004.8

ТЕСТ ТЬЮРИНГА В СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Батин Р.Е., аспирант
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
zaroymight@gmail.com
Научный руководитель: Архиереев Н.Л., д.ф.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Современные модели искусственного интеллекта (ИИ), в частности, большие языковые модели (БЯМ), достигли качества работы, при котором некоторые исследователи стали считать, что такие модели прошли тест Тьюринга. Их результаты в области обработки текстовых массивов, генерации простых текстов, а также ведения диалога зачастую неотличимы от человеческих. Однако, стоит отметить, что сам тест Тьюринга в период своего появления часто подвергался критике, предлагались различные методы его улучшения и адаптации [1]. Создавались модели (например, ELIZA [2]), которые могли пройти этот тест в определенной его постановке. Стали появляться новые различные модификации оригинального теста, например, Total Turing Test, Truly Total Turing Test, Inverted Turing Test. Такая эволюция оригинального теста отвечала вызовам своего времени: новые достижения в области вычислительной техники, нейронаук требовали дальнейшего осмысления «игры в имитацию». Именно поэтому становится важным исследовать вопрос, как возникновение БЯМ сказалось на актуальности теста Тьюринга, какие изменения в нем предлагают исследователи при современном уровне развития ИИ.

Для того, чтобы определить эти изменения, мы провели анализ современных работ в области ИИ с различными упоминаниями теста Тьюринга. В качестве основного источника информации мы выбрали ресурс arxiv.org. Данный банк академических статей содержит, во-первых, преимущественно работы с техническим уклоном и является де-факто стандартным местом для публикации работ по ИИ (в том числе, у больших компаний по типу Open AI, Google). Во-вторых, на нем доступны самые «свежие» работы, что позволит дать максимально актуальную оценку. Сбор статей мы произвели автоматизировано с помощью API. Итоговый размер выборки составил 57 статей, которые были опубликованы с 2013 по 2024 гг.

Содержание каждой статьи было проанализировано следующим образом:

1. Если Тест Тьюринга в ней лишь упоминался, то такой статье присваивалась метка «Ссылка». Упоминание мы считали тогда, когда автор работы только ссылается на игру в имитацию, либо же на основные ее идеи, но без попытки применения или адаптации их в своей работе.
2. Если в статье обсуждалась идея оригинальной «Игры в имитацию», либо же проводился эксперимент на ее основе с минимальной модификацией или адаптацией, то статье присваивалась метка «Оригинал».
3. Если же в статье предлагались модификации оригинальной идеи Тьюринга, то статье присваивалась метка «Модифицировано». Под модификацией здесь может пониматься как изменение условий оригинального теста, так и построение совершенно новой концепции.

При изучении статистики публикаций можно заметить, что количество работ по теме теста Тьюринга увеличивается со временем. Так, например, за период с 2018 по 2021 гг. было опубликовано 20 статей, тогда как за период с 2022 по начало 2024 г. вышло такое же количество. Абсолютный пик приходится на 2023 г. – 10 работ. При оценке же результатов анализа, можно утверждать, что в современном научном дискурсе оригинальный Тест Тьюринга используется реже, чем его различные модификации. Да, существуют исследования, которые проводят Тест Тьюринга приближенно к оригиналу. В них можно проследить структуру теста, в которой

человек опосредованно взаимодействует с неким собеседником и пытается определить, является ли он моделью ИИ или нет. Тем не менее, мы видим, что в контексте изучения ИИ и БЯМ ученые стремятся к формализации и определенной математизации теста. Так, в некоторых работах авторы заменяют взаимодействие человек-ИИ прохождением моделью ИИ психологического теста или игры. Оценка человеком же в данном случае заменяется более формальным сравнением итогового психологического профиля ИИ с усредненным статистически профилем человека. Есть работы, в которых авторы предлагают статистические тесты для оценки того или иного аспекта работы БЯМ, например, вводят критерий подобия текста, который порождает ИИ, человеческому тексту.

При этом проблему подобных критериев «человечности» ИИ следует разобрать отдельно. А. Тьюринг в своей работе ставил вопрос: может ли машина мыслить? [3]. Мы видим, что в анализируемых статьях, этот вопрос не ставится совсем. Вместо него поднимается вопрос о том, насколько человечно может себя вести модель. На наш взгляд, такой подход схож с подходом А. Тьюринга, поскольку они оба исследуют возможность подражания ИИ человеку. Однако, результат применения этих тестов будет принципиально различен. Если же ИИ будет успешен в одном или нескольких в современных статистических тестах, он не будет даже претендовать на мышление, что в корне отличается от идей, заложенных А. Тьюрингом.

Можно сказать, что Тест Тьюринга по-прежнему актуален в контексте развития БЯМ. Многие работы адаптируют его оригинальную «игру в имитацию» к конкретным исследованиям, часть работ идейно отталкиваются от оригинального теста, при этом полностью замещают отношения человек-ИИ формальными тестами. И, хотя формально они уже не являются даже подобием Теста Тьюринга, они расширяют область его применения.

Список литературы

1. French R. The Turing Test: the first 50 years // Trends in Cognitive Sciences. 2000. V. 4. № 3. pp. 115–122.
2. Алексеев А.Ю. Философия искусственного интеллекта: концептуальный статус комплексного теста Тьюринга: Дис. на соиск. уч. степени д.ф.н. (09.00.08). М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2016. 482 с.
3. Turing A. Computing machinery and intelligence // Mind. 1950. № 59. pp. 433-460.

УДК 008

ФИЛОСОФИЯ ТЕХНИКИ В КОНТЕКСТЕ ПОСТГУМАНИЗМА

Коршкова А.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
as.korshkova@yandex.ru
Научный руководитель: Иноземцев В.А., д.ф.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В современном обществе возрастает интерес к исследованиям постгуманизма, так как достижения в области генной инженерии, крионики, нейросетей, искусственного интеллекта, биомедицинских и нанотехнологий делают проблему бессмертия более актуальной. Этот вопрос становится более доступным для широкой публики, не обремененной философскими и религиозными представлениями, и начинает обсуждаться в практическом контексте.

Сам термин «постгуманизм» впервые был использован И. Хассаном в работе «Прометей как исполнитель: по направлению к постгуманистической культуре». В этой работе И. Хассан вводит важнейший для постгуманизма тезис: «гуманизм подходит к своему неизбежному концу, мы должны принять преобразование таким, каким оно есть - начало конца человека и превращение в постчеловеческого субъекта» [1].

Следовательно, постгуманизм — это всякое мировоззрение, которое является критическим по отношению к традиционному гуманизму и связанным с ним теориями о превосходстве человека над другими видами живых существ. Второе определение постгуманизма − более узкое −связано с пониманием его как особого дискурса, который вопрошает об экзистенциальной трансформации человека, постчеловеке, постантропоцентризма и вариантах постчеловеческого существования.

Философия постгуманизма предлагает новый взгляд на будущее человечества, включая в себя идею технологического бессмертия. Эта концепция предполагает, что с развитием технологий мы сможем создавать цифровые копии людей, которые смогут быть использованы в различных областях, таких как космос, военное дело и выполнение опасных операций [2].

Однако важный вопрос, который возникает здесь, касается этики использования таких цифровых копий. С точки зрения антропоцентризма, возникает вопрос о ценности и уважении к постчеловеку − цифровой копии человека. Некоторые могут считать, что использование постчеловека в различных сферах деятельности может быть неэтичным и неуважительным к человеческому существу.

Философия постгуманизма, отвергая некоторые аспекты технологического бессмертия, подчеркивает, что эволюция человека еще далека от завершения, и что возможны различные изменения и метаморфозы в человеческой телесности [3].

Философия техники постгуманизма подчеркивает важность понимания того, как технологии влияют на человеческую природу, и как человек может использовать технику для самовыражения и самосовершенствования. В этом контексте техника становится неотъемлемой частью человеческого существования, способом расширения возможностей и переосмысления границ человеческого бытия

В заключение отметим: философия техники в контексте постгуманизма представляет собой важное направление исследований, которое раскрывает взаимосвязь между технологией и человеком в условиях современного общества. Рассматривая технику не только как инструмент улучшения жизни, но и как средство преобразования человеческой природы и общества, философия техники постгуманизма подчеркивает важность понимания влияния технологий на человека.

Принципы философии техники в постгуманизме, такие как идея технологического бессмертия и технологического улучшения человека, открывают новые перспективы на будущее человечества. Одновременно важно учитывать этические аспекты использования технологий и обеспечивать социальную ответственность в развитии и применении новых технологий.

Философия техники в постгуманизме позволяет нам переосмыслить роль технологий в нашей жизни, исследовать возможности и вызовы, которые они представляют для человечества. Она открывает новые горизонты для развития и самосовершенствования человека, а также предоставляет нам возможность задуматься о будущем нашей цивилизации в мире, где техника играет все более значимую роль.

Список литературы

1. Неаполитанский М.С. Постгуманизм через призму истории: старые «новые» мысли о человече // Парадигма. 2020. № 33. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/postgumanizm-cherez-prizmu-istorii-starye-novye-mysli-o-cheloveke (Дата обращения: 12.04.2024).
2. Крайнов А.Л. Постгуманизм и проблема бессмертия: социально-философский анализ // Известия Саратовского университета. Новая серия. Сер. Философия. Психология. Педагогика. 2022. № 1. С. 14 – 18.
3. Белобрагина А.С. Трансгуманизм и постгуманизм: два пути навстречу постчеловеку // ЭСГИ. 2023. № 3 (39). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/transgumanizm-i-postgumanizm-dva-puti-navstrechu-postcheloveku (Дата обращения: 14.04.2024).

УДК 159.961.23

ИЛЛЮЗИИ В ЖИЗНИ СОВРЕМЕННОГО ЧЕЛОВЕКА

Красулина К.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
krasulina-ksenia@yandex.ru
Научный руководитель: Иноземцев В.А., д.ф.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В современном мире, насыщенном информацией и технологиями, с каждым днем становится все сложнее различить реальность от иллюзии. Социальные сети, медиа-платформы, реклама и различные виртуальные реальности создают окружающий нас мир, где иллюзии часто переплетаются с реальностью, оставляя человека в состоянии постоянного диссонанса между тем, что он видит и тем, что он чувствует.

Одно из основных противоречий абсолютного релятивизма заключается в том, что он одновременно признает и отвергает иллюзии в мире и познании человека. Это приводит к разрушению его собственных убеждений [1].

Обратимся к философскому значению понятия. Иллюзия описывает состояние, когда человек воспринимает какую-то реальность, которая, на самом деле, не соответствует истине. Иллюзия может возникать из-за ошибок восприятия, предвзятости, неверных убеждений или даже манипуляций сознанием.

Философы давно изучают то, как человек воспринимает этот мир, что влияет на его чувственное восприятие. Рассмотрим некоторые из сложившихся по данному вопросу позиций.

Протагор утверждал, что каждый человек имеет свою собственную меру всех вещей. Это означает, что истина для каждого человека индивидуальна и зависит от его восприятия.

Секст Эмпирик указывал на то, что у различных живых существ различно устроены органы чувств, поэтому каждое существо воспринимает мир по-разному. Мы познаем предметы через наши ощущения и чувства, поэтому можно сказать, что мы взаимодействуем не с самими объектами, а с нашими восприятиями этих объектов.

Дэвид Юм писал, что люди узнают о наличии предмета через ощущения или чувства. Поэтому правильнее говорить, что перед нами не предмет, а сумма наших ощущений или чувственных его восприятий. Поэтому вполне можно утверждать, что действительность – это совокупность наших ощущений [2].

Также стоит привести несколько цитат философов, которые выражали свое мнение насчет иллюзии и говорили о том, какое место занимают иллюзии в жизни человека:

«Массы никогда не знали жажды истины. Они требуют иллюзий, без которых они не могут жить» (Зигмунд Фрейд). «Счастье — это когда иллюзий на одну больше, чем разочарований» (Яна Джангирова).

Современное цифровое общество лишь добавляет новые аспекты к этим обсуждениям, представляя новые виды иллюзий, которые могут искажать наше представление о реальности.

В цифровом обществе сегодня мы сталкиваемся с различными иллюзиями, такими как иллюзия совершенства жизни в социальных сетях, где люди представляют свою жизнь в лучшем свете, создавая иллюзию идеальности; иллюзия свободы выбора в интернете, где алгоритмы подстраиваются под наши предпочтения, создавая ощущение полной свободы; иллюзия объективности информации, когда фейковые новости и манипуляции становятся все более распространенными и люди абсолютно уверены, что все происходит именно так, а не иначе.

Эти иллюзии влияют на наше понимание себя и мира вокруг нас, формируя искаженное представление о реальности. Мы начинаем сравнивать свою жизнь с идеализированными образами, чувствуя неудовлетворенность и депрессию. Потеря самооценки и уверенности в себе также может быть результатом постоянного сравнения с «идеальными» образами. Алгоритмы, подстраивающиеся под наши интересы, могут создавать т.н. «пузыри фильтрации», ограничивая

доступ к разнообразной информации и мнениям, что приводит к узкому кругозору и недостатку критического мышления [3].

Для отличия иллюзии от реальности в цифровом обществе можно использовать критическое мышление и анализ информации. Важно проверять источники информации на достоверность, а также разнообразить свой круг общения и информационные источники. Необходимо осознавать, что за мгновенными впечатлениями могут скрываться манипуляции или утрированные образы.

В заключении важно отметить, что философы давно обсуждали вопросы восприятия реальности и иллюзий, приходя к выводу, что каждый человек воспринимает мир по-своему, учитывая индивидуальные особенности своих органов чувств. Современное цифровое общество добавляет новые аспекты к этим обсуждениям, представляя новые виды иллюзий, которые могут искажать наше представление о реальности. Итак, осознание наличия иллюзий в жизни современного человека, использование навыков критического мышления, самоконтроля и саморегуляции помогут нам более реалистично взглянуть на окружающий мир, различить истинное от вымышленного и принимать осознанные решения на основе объективной реальности.

Список литературы

1. Портянко В.Н. Иллюзия как проблема // Вестник ОГУ. 2004. № 2. С. 18−20.
2. Гусев Д.А. Реальность или иллюзия. Дэвид Юм. URL: https://fil.wikireading.ru/81381 (Дата обращения 16.04.2024).
3. Спирова Э.М. Апофеоз безличного в цифровой реальности // Вестник ВятГУ. 2020. № 2. С. 7−16.

УДК 101.1+316

БЕЗОПАСНОСТЬ КАК КАТЕГОРИЯ СОЦИАЛЬНОЙ ФИЛОСОФИИ

Михайлов Я.В., аспирант
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
yar997393@gmail.com
Научный руководитель: Ивлев В.Ю., д.ф.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

При всем многообразии категорий в социальной философии именно безопасность общества становится одной из самых важных.

Определение безопасность хорошо описывает В.Г. Федотова, которая рассматривает категорию безопасности в дескриптивном и в нормативном смыслах.

В первом – социальная философия «занимается социальными науками в целом и будет наступать на границы социологии, социальной психологии, экономики и пр.». Во втором смысле социальная философия «будет сливаться либо с политикой, либо с этикой, особенно в том, как в них представлены нормы отношения друг к другу, к социальным институтам и странам» [1].

Понимание социальной философии во втором, нормативном смысле, раскрывает ее смысл на эмпирическом материале проблем политики обеспечения гуманитарной и социетальной безопасности. В этой связи акцент строится принципиально на междисциплинарность социальной философии и в том числе опирается на результаты исследований обозначенной темы в других общественных науках – политологии, дисциплине «Международные отношения», культурологии, социологии, экономике. Совокупно это позволяет выявить новые ракурсы исследования общества.

Проблема безопасности общества является всеобщей по отношению ко всем временам и народам. Для общества безопасность является достаточно сложной системой.

История обильно «усеяна» примерами ограничения политики во имя обеспечения безопасности. В свое время «Левиафан» Т. Гоббса стал синонимом государства безопасности. «Цель государства − главным образом обеспечение безопасности. Конечной причиной, целью или намерением людей (которые от природы любят свободу и господство над другими) при наложении на себя уз… является забота о самосохранении и при этом о более благоприятной жизни» [2]. Т. Гоббс утверждал, что без безопасности, гарантируемой государством, цивилизованная жизнь народов невозможна. В гоббсовской философской традиции безопасность − основа и гарант политики. Однако безопасность, обеспечиваемая Левиафаном, может стать и тиранией, то есть антиполитикой, что покончит с безопасностью как таковой. «В силу известной «хитрости» истории, сама деятельность по обеспечению безопасности может стать при определенных условиях источником опасности, порождать возникновение угроз». В том числе это означает и то, что безопасность − понятие, обусловленное культурой нации как комплексного социального явления. В культуре нации и, прежде всего, в ее политической культуре, запрограммирована легитимация определенной модели политики обеспечения безопасности. Это определяет согласование в обществе значений риска, угроз, опасностей, уязвимостей и вызовов безопасности. Полученные значения оказывают существенное влияние на основные механизмы и формы взаимодействия политических агентов и институтов в ходе обеспечения безопасности.

Отсюда возникает необходимость в экзистенциальности угрозы, которая описана в теории секьюритизации.

Проблемы могут стать проблемами безопасности только в силу их репрезентации таковыми, а не потому, что они на самом деле обладают неким набором качеств угрозы. Отсюда вытекают пять ключевых элементов теории секьюритизации:

– инициация секьюритизации, как перенос проблемы из области «нормальных» политических дебатов в область чрезвычайной политики и представление ее в качестве экзистенциальной угрозы;

– секьюритизирующий речевой перформативный акт;

– секьюритизационный шаг – попытка секьюритизировать проблему, пометив ее как проблему безопасности;

– десекьюритизация – перевод вопроса из области чрезвычайной политики обратно в область «нормальных» политических дебатов;

– отсутствие безопасности (asecurity) – условия, в которых разного рода вопросы остаются несекьюритизированными, рассматриваются в основном как политические или неполитические [3].

Таким образом, с нашей точки зрения, осознание роли и места безопасности как категории в социальной философии позволит, опираясь на теорию о безопасности, проверить ее на эмпирическом уровне и попытаться «довести» общество до наивысшего безопасного уровня без негативных последствий «Левиафана».

Список литературы

1. Федотова В.Г. Социальное в социологии и в социальной философии сегодня // Знание. Понимание. Умение. 2018. № 3. С. 22−38.
2. Гоббс Т. Сочинения в 2 томах. Т. 2. / сост., ред., авт. примеч. В. В. Соколов, пер. с лат. и англ. М.: Мысль, 1991. 732 с.
3. Balzacq T. The three faces of Securitization: Political agency, audience and context // European Journal of International Relations. 2005. V. 9 (2). pp. 171−201.

УДК 008

«КУЛЬТУРА ОТМЕНЫ» КАК ДОРОГА К «ОТМЕНЕ» ЧЕЛОВЕКА

Плещев М.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
pleschevmv@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Иноземцев В.А., д.ф.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Для начала раскроем суть термина «Культура отмены» (Cancel culture), впервые использованного в 1991 г. Широкое же распространение он получил, начиная с 2014 г. Данное понятие описывает явление, когда люди или организации становятся объектами публичной критики, осуждения и иногда даже изгнания за свое поведение или высказывания, которые считаются социально неприемлемыми или оскорбительными [1]. И не зря данный феномен начал активно распространяться именно в 2010-х гг. Глобализация интернет-пространства (в 2015 г. численность пользователей глобальной сети «Интернет» составляла 2,954 миллиарда человек), политическая нестабильность в мире способствуют развитию и укоренению подобных феноменов.

«Культура отмены» − сложное понятие, которое имеет ряд основных характеристик [2, 3]:

1. Публичное осуждение: В центре культуры отмены стоит публичное осуждение действий или высказываний людей или организаций, которые считаются неприемлемыми или оскорбительными по социальным стандартам. Это осуждение обычно происходит на платформах социальных сетей, в СМИ или других общественных формах.
2. Потеря репутации: Люди или организации, становящиеся объектами культуры отмены, часто испытывают серьезные последствия в виде потери репутации, отмены мероприятий с их участием, бойкотов или увольнения. Это может повлечь за собой значительные негативные последствия для их карьеры и общественного статуса.
3. Механизм саморегуляции: Приверженцы культуры отмены считают, что это явление является механизмом саморегуляции общества, который способствует выявлению и борьбе с дискриминацией, нетерпимостью, насилием и другими негативными проявлениями.
4. Дискуссии о свободе слова: однако культура отмены также вызывает дискуссии о свободе слова, цензуре, идеологической конформности и других аспектах, связанных с ограничением свободы выражения мнений.
5. Движущая сила изменений: несмотря на споры, культура отмены часто играет важную роль в движении к социальным изменениям, формируя новые стандарты поведения и отношений в обществе.
6. Формирование миража объективности: субъект, стремящийся отменить что-либо, ставит всех остальных перед фактом того, что выбор уже сделан и нужно просто выполнить программу, которая уже готова.

В сущности, этот феномен ведёт к наказанию или исключению людей из общества за их высказывания или поведение, которые не соответствуют установленным стандартам или взглядам той или иной группы. При этом «изгнанный» человек или группа людей превращаются в глазах остального общества в маргиналов, что легитимирует «изгнание».

Данный подход, на протяжении уже 10 лет применяемый на Западе, вызывает опасения по поводу свободы слова, интеллектуальной свободы и прав на мнение, так как он не просто подавляет альтернативные точки зрения, но и способствует «самоцензуре», т. е. отказу человека от своего мировоззрения. Такое положение вещей «отменяет» любой диалог в обществе, что вредит не только на уровне взаимоотношений между людьми, но и на государственном уровне: ведь можно настроить общественное мнение против того или иного политика и всех людей, которые его поддерживают. В результате, человек становится заложником данного феномена, лишаясь самого главного персонального качества − свободы личности. Он превращается в

механизм, у которого есть только две обязанности: соответствовать текущим общественным идеалам и исполнять свои экономико-демографические функции.

Список литературы

1. Лисица К.Э., Туркулец В.А. Культура отмены как форма проявления стигматизации // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2022. № 6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kultura-otmeny-kak-forma-proyavleniya-stigmatizatsii (Дата обращения: 17.04.2024).
2. Родичева И.С. Технологии мифодизайна в культурных сферах современного общества // Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) «Диалоги о культуре и искусстве» (Пермь, 17–19 октября 2019 г.) Т. 1. Пермь: Пермский государственный институт культуры, 2019. С. 203–208.
3. Родичева И.С. Философия «культуры отмены»: анти-культура или контр-культура? / /Материалы XXIX международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные науки сегодня». (Бенгалуру, 22–23 августа 2022 г.) Бенгалуру: Pothi.com, 2022. С. 100–103.

УДК 004.414.38

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ИНЖЕНЕРИИ ТРЕБОВАНИЙ

Соловьев С.А., аспирант
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
sergey.soloviev@inbox.ru
Научный руководитель: Архиереев Н.Л., д.ф.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Человек критически зависим от искусственных систем, поэтому важно, чтобы они были надёжными и эффективными. Этой цели служит инженерия требований, которая изучает работу с требованиями и спецификациями к таким системам [1].

Требования обычно представлены в форме неструктурированного естественного языка, что приводит к различному пониманию требований участниками проекта, усложняет верификацию и приемочное тестирование. Решение проблемы – применение формальных нотаций, но оно приводит к росту затрат ресурсов и требует высокого уровня подготовки инженеров. Прогресс в области искусственного интеллекта (ИИ) дает надежду на устранение противоречия между качеством требований и затраченными ресурсами [2].

Для верификации базовой гипотезы о возможности использования ИИ в инженерии требований был проведён эксперимент, в котором большие языковые модели применялись для перевода спецификаций на естественном языке в формальные нотации, такие как Gherkin, логика Хоара и Coq (Gallina). Несмотря на умеренное качество конвертации в данном эксперименте, результаты говорят о принципиальной возможности автоматизации задач инженерии требований при помощи ИИ, хоть пока и с активным участием человека. Помимо формализации, к числу таких задач относятся:

Автоматизация извлечения требований – автоматический анализа технической документации, нормативно-правовых актов, записей обсуждений и других источников данных с целью выявления и формулирования требований.

Формализация требований – преобразование требований, представленных в форме неструктурированного естественного языка, в формальные спецификации на искусственных языках, а также перевод между различными формальными нотациями [3].

Расшифровка формальных нотаций – перевод формальных нотаций в форму графических схем или текста на естественном языке или для участников проекта, не владеющих специализированными навыками.

Интеграция новых требований – внесение изменений в существующие спецификации с гарантией согласованности. Проверка на непротиворечивость данной спецификации спецификациям смежных систем, проверка на предмет ломающих изменений.

Анализ изменений в требованиях – сравнение разных версий требований, обнаружение различий, формулирование необходимых доработок в системе для приведения ее в соответствие с обновленной версией требований.

Верификация и валидация требований – анализ сформулированных требований на предмет их полноты, непротиворечивости и выполнимости, в том числе с применением систем автоматизированного доказательства теорем.

Прогнозирование рисков – предсказание возможных рисков в проекте и оценка их вероятностей на основе анализа требований, в том числе с опорой на исторически накопленные знания о реализовавшихся рисках в прошлом.

Генерация тестовых сценариев – создание тестовых сценариев для индуктивной проверки соответствия системы установленным требованиям. Такие сценарии могут применяться при разработке программного обеспечения как основа для модульных, интеграционных и сквозных тестов.

Автоматизированное прототипирование – создания макетов графических интерфейсов, прототипов программного кода и моделей физических систем для быстрого прототипирования и ранней валидации гипотез о продукте, заложенных в требования.

Верификация систем – приемочное тестирование, проверка степени соответствия сконструированной системы первоначальным требованиям.

Искусственный интеллект в инженерии требований имеет большой потенциал и предлагает инновационные инструменты для автоматизации задач от извлечения требований и их формализации до непрерывного анализа изменений. Но важно помнить, что эффективное применение ИИ требует сбалансированного подхода, при котором технологические возможности сочетаются с человеческими навыками и критическим мышлением, уделяется внимание рискам.

Список литературы

1. Кодубец А.А., Артемьева И.Л. Обзор исследований в области инженерии требований для программных систем // Программная инженерия. 2021. Т. 12. № 7. С. 339–349.
2. Осипов А.В., Тимофеев Г.А. Взаимодействие языка сценариев с искусственным интеллектом // Материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых ученых «Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований» (Комсомольск-на-Амуре, 10-14 апреля 2023 года). Часть 2. Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольский –на-Амуре государственный университет, 2023. С. 331–334.
3. Вервейн С.В., Старолетов С.М. Применение ChatGPT для синтеза функциональных программ по императивным // Современные цифровые технологии: материалы II Всероссийской научнопрактической конференции (Барнаул, 01 июня 2023 г.) / под общ. ред. А.А. Беушев, А.С. Авдеев, Е.Г. Боровцов, А.Г. Зрюмова., АлтГТУ им. И. И. Ползунова. Барнаул: АлтГТУ, 2023. С. 218–220.

РАЗДЕЛ «СПЕЦИАЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»

СЕКЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И РАКЕТЫ-НОСИТЕЛИ»

УДК 629.7.036.73

ВЫБОР И РАСЧЕТ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ НИЗКООРБИТАЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ТИПА CUBESAT 6U

Гомиашвили А.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
fsoinfo@mail.ru
Научный руководитель: Бечаснов П.М., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Сегодня актуален вопрос использования низкоорбитальных группировок космических аппаратов (КА). Важными вопросами являются обеспечение стабильной связи, управления и разведки.

На высотах 160–270 км имеется остаточная атмосфера [1]. Аэродинамическое сопротивление вызывает торможение КА. Вследствие этого, в составе КА необходима корректирующая реактивная двигательная установка с запасами топлива для компенсации потерь скорости, с целью сохранения установленной высоты орбиты.

На рынке представлен ряд готовых решений по интегрированным двигательным установкам (ДУ) для сверхмалых КА. Существующий перечень позиций представлен однокомпонентными химическими реактивными двигателями (ХРД), многокомпонентными ХРД, газореактивными двигателями (ГРД), а также электрореактивными двигателями (ЭРД), обладающими различными показателями полного импульса, массы и габаритов.

Выбор ДУ КА должен быть обоснован проектно-баллистическими расчетами, а также соответствовать целям и срокам миссии КА [2].

В настоящей работе рассмотрены вопросы проектно-баллистических расчетов, основные характеристики ДУ, сравнение и выбор оптимального варианта ДУ, расчетная модель ДУ, верификация расчетов в программном комплексе AGI Systems Tool Kit (AGI STK).

Основная задача данной работы – проектный расчет параметров и выбор ДУ для коррекции орбиты низкоорбитального КА.

Для определения параметров ДУ КА в целях коррекции орбиты КА на высоте 270 км продолжительностью в 1 календарный год, в соответствии с указаниями [1] и [2] рассчитаны возмущения, вызываемые сопротивлением атмосферы (возмущающее ускорение, сила сопротивления воздуха), и плотность атмосферы на высоте 270 км по значениям средневзвешенного индекса солнечной активности за 2019, 2020, 2021, 2022, 2023 годы. Также вычислены вековые возмущения среднего радиуса орбиты, продольной скорости, смещения вдоль орбиты и периода обращения КА за один виток.

По результатам расчетов установлена высота критической орбиты КА – 134 км, на которой КА может еще сделать один полный оборот, а также время существования КА на орбите – 39 суток (без учета коррекции орбиты КА с помощью ДУ).

Для верификации проектно-баллистического расчета применялось программное обеспечение (ПО) AGI STK, которое позволяет выполнять комплексный анализ наземных, морских, воздушных и космических платформ, а также обмениваться результатами в единой интегрированной среде. Результат расчета времени существования КА на орбите в ПО STK – 35 суток, относительная погрешность с расчетами по [1] – 10%.

В соответствии с приведенными показателями на основании расчетов баллистики КА, были найдены требуемые параметры ДУ КА, в частности: полный импульс и средняя тяга. Для

сравнения, в качестве возможных вариантов ДУ для КА рассмотрены интегрированные ДУ: однокомпонентный ХРД VACCO GPS (MiPS) LMP-103S тягой 100 мН на топливе динитрамид аммония (NH4N(NO2)2), ЭРД ThrustMe NPT30-I2 1U тягой 1,1 мН на топливе твердый йод (I2).

По техническим характеристикам наиболее выгодно применить ЭРД ThrustMe NPT30-I2 1U. Из минусов ЭРД – большее время работы ДУ КА за срок активного существования (САС), меньшая тяга и более высокая потребляемая мощность. Однако более высокий полный импульс, более низкая масса в заправленном состоянии, меньшие габаритные размеры и низкая стоимость по сравнению с ХРД VACCO GPS (MiPS) LMP-103S, позволяют рекомендовать ЭРД для применения на КА типа CubeSat 6U в целях маневрирования и поддержания высоты орбиты 270 км.

ЭРД ThrustMe NPT30-I2 1U представляет собой одноюнитовую ДУ, включающую все подсистемы, порты связи и питания. Принцип работы ЭРДУ ThrustMe NPT30-I2 1U основан на сублимации йода и сублимируется при низких температурах.

Нагреватели, подключенные к резервуару, вызывают сублимацию йода и последующее попадание газа в трубку источника. Плазма йода создается путем ионизации электронным ударом с использованием радиочастотной (РЧ) индуктивной антенны, а положительные ионы плазмы извлекаются и ускоряются сетками-электродами до высоких скоростей (около 40 км·с$^{-1}$) для создания тяги. Катодная нить после сеток излучает электроны, нейтрализуя заряд ионного пучка.

По результатам данной работы можно сделать вывод, что на основе ЭРДУ ThrustMe NPT30-I2 1U может быть разработан российский аналог ЭРДУ, для применения в КА типа CUBESAT, в целях коррекции и маневрирования КА на низких орбитах.

Список литературы

1. Эльясберг П.Е. Введение в теорию полета искусственных спутников Земли. / 5-е изд. стереотип. М.: ЛЕНАНД, 2020. 544 с.
2. Квасников Л.А. Теория и расчет энергосиловых установок космических летательных аппаратов: учебник для авиационных специальностей вузов. / Л.А. Квасников и др. М.: Машиностроение, 1984. 332 с.

УДК 629.7.013.1

К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СЕТЧАТОЙ КОМПОЗИТНОЙ ОБОЛОЧКИ В КОНСТРУКЦИИ ОТСЕКОВ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ

Гречишкин А.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
grechishkin_1990@mail.ru
Научный руководитель: Егоров А.В., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В современных ракетах-носителях, а также баллистических ракетах все чаще традиционные материалы заменяются на композитные. Так, баллистические ракеты практически полностью состоят из различных композитных материалов (КМ), а в конструкции космических ракет-носителей (РН), например, в РН «Протон-М», головной обтекатель и переходный сетчатый отсек создаются из КМ. Так, на примере баллистической ракеты средней дальности можно определить, какая будет массовая эффективность использования КМ.

В качестве конструкции для сравнения будет использоваться приборный отсек (ПО) ракеты. Приборные отсеки делятся на два основных типа: герметичные и негерметичные. Эта особенность связана с работой приборов, которые там размещены. Во время эксплуатации летательного аппарата приборы испытывают сильный нагрев, и с повышением температуры показания приборов и их работоспособность существенно ухудшаются. Поэтому в каждом

летательном аппарате предусмотрена система охлаждения приборного отсека. В зависимости от типа отсека охлаждение происходит либо всего отсека сразу (в случае герметичного отсека), либо каждого прибора по отдельности (приборы находятся в герметичных ампулах, к которым подводится охлаждающая жидкость в негерметичном отсеке). На данный момент времени практически все современные баллистические ракеты оборудованы герметичным ПО.

Таким образом, сравнение массы будет осуществляться между ПО, спроектированным из алюминиевого сплава Д16АТ (герметичный отсек) и таким же по габаритам отсеком, спроектированный в виде сетчатой оболочки из различных КМ (негерметичный отсек): углепластик, органопластик, стеклопластик.

По методике [1] была определена масса полезной нагрузки (ПН) для баллистической ракеты средней дальности: $m_{\text{ПН}} = 1435$ кг. По статистическим данным можно принять следующие габариты ПО: диаметр $D_{\text{ПО}} = 0{,}8$ м, длина $L_{\text{ПО}} = 1$ м. По известному значению максимальной осевой перегрузки $n_x = 20$ определяется максимальная осевая сила, действующая на конструкцию: $N_{max} = 323800$ Н.

Конструкция герметичного ПО представляет собой вафельную оболочку, где каждый элемент «вафли» имеет форму квадрата. Методика проектирования оболочки [2] предусматривает варьирование геометрического комплекса параметров и получение диапазона толщин оболочки, эквивалентных напряжений, массы конструкции. По исходным данным с учетом давления внутри отсека $p = 0{,}1$ МПа определяется минимальная масса конструкции, эквивалентные напряжения в которой не превышают предела пропорциональности материала. В данном случае $m_{\text{ваф}} = 4{,}15$ кг.

Проектирование композитного сетчатого ПО осуществляется по методике [3]. Для улучшения аэродинамических свойств летательного аппарата предусматривается дополнительная намотка поверх сетки двух слоев из КМ. Тогда для оболочки, спроектированной из углепластика (средние механические характеристики материала: плотность $\rho_{\text{у}} = 1450$ кг/м^3, модуль упругости $E_{\text{у}} = 95$ ГПа, предел прочности при сжатии $\bar{\sigma}_{\text{у}} = 750$ МПа): масса сетчатой оболочки $m^{\text{у}}_{\text{сет}} = 2{,}615$ кг, масса намотки поверх оболочки $m^{\text{у}}_{\text{нам}} = 1{,}458$ кг.

Для оболочки, спроектированной из стеклопластика (средние механические характеристики материала: плотность $\rho_{\text{с}} = 1700$ кг/м^3, модуль упругости $E_{\text{с}} = 25$ ГПа, предел прочности при сжатии $\bar{\sigma}_{\text{с}} = 300$ МПа): масса сетчатой оболочки $m^{\text{с}}_{\text{сет}} = 6{,}830$ кг, масса намотки поверх оболочки $m^{\text{с}}_{\text{нам}} = 1{,}709$ кг.

Для оболочки, спроектированной из органопластика (средние механические характеристики материала: плотность $\rho_{\text{о}} = 1350$ кг/м^3, модуль упругости $E_{\text{о}} = 70$ ГПа, предел прочности при сжатии $\bar{\sigma}_{\text{о}} = 250$ МПа): масса сетчатой оболочки $m^{\text{о}}_{\text{сет}} = 2{,}924$ кг, масса намотки поверх оболочки $m^{\text{о}}_{\text{нам}} = 1{,}357$ кг.

Таким образом, полученные значения массы конструкции в виде композитной сетчатой оболочки без учета дополнительной намотки у углепластика и органопластика ниже массы конструкции в виде вафельной оболочки из алюминиевого сплава Д16АТ. С учетом дополнительной намотки масса сетчатой конструкции также из углепластика и органопластика получается эквивалентной массе вафельной оболочки. Такие выводы при сравнительном анализе массы, а также более высокая технологичность намотки конструкции по сравнению с методами химического травления или фрезерования вафельной оболочки говорят о перспективе использования композитных сетчатых оболочек в конструкциях отсеков летательных аппаратов.

Список литературы

1. Николаев Ю.М., Панин С.Д., Соломонов Ю.С., Сычев М.П. Основы проектирования твердотопливных управляемых баллистических ракет. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. 140 с.
2. Лизин В.Т., Пяткин В.А. Проектирование тонкостенных конструкций: учеб. пособие для студентов вузов / 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1994. Ч. 2. 384 с.

3. Азаров А.В. Проблема проектирования аэрокосмических сетчатых композитных конструкций // Изв. РАН. МТТ. 2018. № 4. С. 85-93.

УДК 629.78

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РОССИИ ПО ОПЕРАТИВНОМУ ВЫВЕДЕНИЮ НИЗКООРБИТАЛЬНОЙ ГРУППИРОВКИ МИКРОСПУТНИКОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Гулягин М.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
mihailgulyagin@gmail.com
Дроздов И.П., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
ilya.drozdov05@mail.ru
Научный руководитель: Бечаснов П.М., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Развитие приборостроения и микроэлектроники позволяет обеспечивать все большую миниатюризацию и удешевление космических аппаратов (КА), выполняющих различные практические задачи, в частности задачи дистанционного зондирования Земли.

Подобные КА способны решать задачи мониторинга определенных географических точек с нужной периодичностью в целях регулярного получения информации о них, что может быть применено в контексте природных бедствий и локальных военных конфликтов. Ключевым требованием в этой связи является оперативность выведения и построения орбитальной группировки (ОГ) для решения поставленной задачи.

В работе рассматривались КА на базе существующего аппарата «Зоркий-2М» российской частной компании «СПУТНИКС», оснащенные электрическими ракетными двигателями модели СПД-50М [1] производства ОКБ «Факел» и дополнительными солнечными батареями. Расчетная масса аппарата на основании оценок веса дополнительных устройств была принята равной 30 кг.

Наличие у КА собственной двигательной установки (ДУ) позволяет ему самостоятельно совершать орбитальные маневры коррекции и перенацеливания орбиты.

Для проведения расчетов была выбрана круговая солнечно-синхронная орбита, имеющая суточную кратность и 16 порядок [2]. Спутник, находящийся на данной орбите, проходит над одной точкой один раз в сутки. Данной рабочей орбите (РО) соответствуют наклонение 96,7° и большая полуось 6646,53 км.

В рамках данной работы были рассмотрены схемы с различным количеством орбитальных плоскостей (ОП), отстоящих друг от друга на одинаковый угол по долготе восходящего узла. Аналитически и при помощи ПО AGI Satellite Tool Kit были рассчитаны временные и энергетические затраты на построение ОГ с использованием разности прецессий РО и круговой переходной орбиты с различными значениями высоты [3]. Для случая всего двух ОП время построения ОГ очень велико и при затратах характеристической скорости (ХС) одного КА порядка 1,35 км/с составляет более одного календарного года. В этой связи широко используемый в настоящее время вариант выведения малых КА в качестве побочной нагрузки не применим ввиду как специфики РО, так и недостаточной оперативности запуска.

Была оценена возможность построения ОГ с помощью импульсного маневра разгонного блока (РБ) с целью смены ОП. Такой способ обеспечивает необходимую оперативность выведения. Расчет, проведенный для ряда современных российских РБ («Волга», «Фрегат», «Фрегат-СБ»), показал, что самым большим запасом ХС обладает РБ «Фрегат-СБ». Однако для развертывания описанной ОГ с 8 ОП потребуется четыре запуска РН с ним. Для развертывания ОГ с 16 ОП потребуется шесть таковых. В случае большего расстояния между ОП маневр смены

плоскости будет требовать еще большего запаса ХС и станет неосуществимым в рассмотренной постановке.

Был проведен сравнительный анализ стоимости указанного количества запусков современных отечественных РН. Было получено, что минимальная стоимость развертывания группировки достигается при выведении КА по отдельности на собственные РО с использованием РН соответствующего (сверхлегкого) класса (к примеру, типа «Старт-1М» или «Иркут»). Такой подход обеспечивает при нужном числе пусков развертывание ОГ (потенциально за время, не превышающее суток) более эффективное по суммарной стоимости, нежели в случае использования современных российских РН. Так, стоимость запуска отечественного носителя, аналогичного РН «Электрон» компании Rocket Lab с ориентировочной ценой 7,5 млн $, с учетом курса валют и различной покупательской способности стран (по состоянию на 2022 год), не превысила бы 300 млн рублей. В то же время доля стоимости запуска РН «Союз-2.1б» вместе с РБ «Фрегат-СБ», приходящаяся на одну ОП (из трех для случая 16 ОП), превышает 1 млрд рублей. Поэтому для решения поставленной задачи крайне актуальным является ввод в эксплуатацию отечественных сверхлегких РН.

Список литературы

1. Абраменков Г.В., Вертаков Н.М., Дронов П.А., Каплин М.А., Приданников С.Ю. Ракетные двигатели АО «ОКБ «Факел»» для космических аппаратов опыт летного применения и новые разработки // Космическая техника и технологии. 2023. № 4 (43). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/raketnye-dvigateli-ao-okb-fakel-dlya-kosmicheskih-apparatov-opyt-lyotnogo-primeneniya-i-novye-razrabotki (Дата обращения: 25.03.2024).
2. Мантуров А.И. Механика управления движением космических аппаратов: учеб. пособие. Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т. 2003. С. 4-23.
3. Кинг-Хили Д. Искусственные спутники и научные исследования. М.: Издательство иностранной литературы, 1963. С. 28-33.

УДК 629.764.7

РАЗРАБОТКА МНОГОРАЗОВОЙ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ ЛЕГКОГО КЛАССА С ВОЗДУШНЫМ СТАРТОМ

Журавлев В.Ю., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
valera10042002@mail.ru
Журавлев М.Ю., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
zhuravlev_mihail_2002@mail.ru
Мартыненкова Е.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
ekaterinamart2002@gmail.ru
Научный руководитель: Миненко В.Е., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
minenkove@bmstu.ru

В настоящее время особый практический интерес представляет выведение груза на низкую околоземную орбиту. Требованием для возможности осуществления выведения полезной нагрузки является наличие дешевой и надёжной ракеты-носителя. Низкая стоимость может быть обеспечена путём многоразового использованием изделия.

Старт изделия осуществляется из разреженных слоёв атмосферы воздушным способом с самолёта-носителя. Использование воздушного старта обеспечивает возможность вывода полезной нагрузки на широкий класс орбит с различным наклонением. Также это позволяет

уменьшить массу ракеты-носителя, а, следовательно, уменьшить стоимость выведения одного килограмма груза на орбиту. Помимо этого, место старта комплекса не привязано к конкретной точке на поверхности, в отличие от наземного старта с космодрома, и может выбираться в зависимости от поставленной задачи. Топливными компонентами маршевой двигательной установки является топливная пара кислород-метан, свойства которой позволяют обеспечивать её применение на многократно используемых ЖРД.

После окончания активного участка траектории ракеты-носителя, довыведение полезной нагрузки на требуемую орбиту, а также орбитальное маневрирование осуществляется с помощью разгонного блока.

При повторном входе в атмосферу ступень осуществляет аэродинамическое торможение, далее происходит повторный запуск маршевой двигательной установки, позволяющий погасить скорость снижения и осуществить мягкую посадку на специально подготовленную площадку. Для обеспечения амортизации удара изделия о поверхность были предусмотрены развертываемые посадочные опоры, входящие в комплекс средств посадки.

В процессе работы был произведён баллистический анализ с целью определения оптимальных параметров тяги двигательных установок, массы полезной нагрузки, а также траектории выведения [1]. При заданной стартовой массе ракеты-носителя в 50 т, была получено, что возможна доставка груза весом в 865 кг на круговую орбиту высотой в 250 км. Помимо этого, в процессе баллистического расчёта были определены массовые и объёмно-габаритные параметры изделия.

Используя полученную тягу двигателя в 800 кН, была спроектирован маршевый жидкостный ракетный двигатель, работающий на топливной паре кислород-метан. В процессе работы были определены геометрические параметры профиля сопла, произведён расчёт насосов, турбины, а также форсуночной головки. Также было произведено проектирование пневмогидросхемы двигательной установки [2].

Следующим этапом работы был прочностной расчёт элементов конструкции. На начальном этапе выведения, до момента запуска маршевой двигательной установки, ракета-носитель закреплена на подвесе самолета-носителя. В этот момент на её корпус действуют перерезывающие нагрузки, поэтому в конструкции предусмотрены опорные шпангоуты, расчёт которых был произведён в ходе работы. Помимо этого, были рассчитаны вафельные оболочки баков и рама двигательной установки на устойчивость, а также определены собственные частоты и формы колебаний упругого корпуса ракеты [3]. Результаты всех прочностных расчётов были верифицированы в программном комплексе ANSYS.

Для проектирования посадочных опор была написана программа, моделирующая динамику процесса контакта опор с поверхностью. Верификация её работы была произведена в программном комплексе ANSYS. Оптимальная геометрия опор, а также характеристики посадочных амортизаторов были определены из условий апериодического характера затухания колебаний и ограничения перегрузки во время посадки. В ходе расчёта также оценивалась устойчивость посадочной ступени, при этом были получены ограничения на скорость посадки и углы наклона ступени.

Таким образом показано, что разработанная ракета-носитель способна выполнять поставленную задачу по доставки грузов на низкую околоземную орбиту, при этом многоразовое использование ступени позволит снизить стоимость вывода полезной нагрузки.

Список литературы

1. Варфоломеев В.И., Копытов М.И. Проектирование и испытания баллистических ракет. М.: Воениздат, 1970. 392 с.
2. Алемасов В.Е., Дрегалин А.Ф., Тишин А.П. Теория ракетных двигателей: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / под. ред. В.П. Глушко. М.: Машиностроение, 1980. 533 с.

3. Лизин В.Т., Пяткин В.А. Проектирование тонкостенных конструкций. М.: Машиностроение, 1976. 408 с.

УДК 629.783

РАЗВЁРТЫВАНИЕ МАКЕТА КРУПНОГАБАРИТНОЙ ТОНКОПЛЁНОЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ, ФОРМИРУЕМОЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫМИ СИЛАМИ

Косенок Д.Б., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
kosenok.danila2003@gmail.com
Кукушкин М.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
maksg.guk@mail.ru
Мартюшова А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
anya_martushova@mail.ru
Нехорина Е.Д., студентка
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
nekhorina.evgeniya@yandex.ru
Скворцов Д.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
dskvortsov.02@mail.ru
Шаврин А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
arsenii.shavrin@gmail.com
Научный руководитель: Соболев И.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Идея тонкопленочной конструкции солнечной батареи рассматривалась во многих работах и книгах, например «Космические солнечные электростанции – проблемы и перспективы» [1], «Концепция разработки космической солнечной электростанции» [2]. В данной работе представлены результаты эксперимента, проведенного в стратосфере в рамках программы Передовой инженерной школы. Проект выполняется командой студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана. Целью является отработка технологии развертывания тонкопленочной солнечной батареи. На данном этапе планировалось это сделать в условиях стратосферы, приближенных к космическим по сравнению с земными.

Конструкция представляет собой стратосферный автоматический аппарат, напоминающий спутник стандарта CubeSat формата 1.5 U с установленным дополнительно вращающимся модулем с тонкопленочным полиамидным полотном. Данный модуль является агрегатом раскрытия полотна. Прототипом созданного агрегата раскрытия (АР) является аналогичное устройство, использовавшееся на малом спутнике «Можаец-5», который разрабатывался для исследования раскрытия центробежными силами модели солнечной батареи сплошной конструкции [3]. Вся компоновка и идея были взяты из книги «Центробежные бескаркасные крупногабаритные космические конструкции», но изменены некоторые элементы конструкции с целью упрощения изготовления деталей.

Агрегат выполнен по «неуправляемой» схеме, содержит сплошное (не многосекторное) круглое полотно, намотанное на один центральный барабан с электроприводом. На данный момент создано два АР и активно разрабатывается третий.

С первым АР в данном были проведены несколько наземных экспериментов, а также совершен пуск на стратосферном зонде, который прошёл в рамках Всероссийского конкурса

«Линия Кармана» 29 сентября 2022 года. Однако из-за плохих погодных условий вся находившиеся в блоке с экспериментальной установкой электроника вышла из строя, что стало причиной неудачного проведения эксперимента.

Второй АР, отличавшийся от первого способом удержания и раскрытия лепестков, также был испытан на земле, в том числе и в вакуумной камере. С ним было проведено два летных испытания. Вместе с переходом на новый АР был изменен способ укладки полотна: изначально использовалось квадратное полотно, складываемое гармошкой, в последние же два пуска способ укладки полотна – «патент Франция».

Вторая версия АР была протестирована впервые на конкурсе «Воздушно-инженерная школа», организованного НИИ ЯФ МГУ в 2023 году, но в этот пуск эксперимент не удалось провести по техническим причинам.

Третий пуск прошел 18 ноября 2023 года рамках программы Передовые Инженерные школы. В результате проведения эксперимента были собраны данные с видеокамеры и бортовых датчиков.

При анализе этих данных были сделаны следующие выводы:

1. Все разработанные системы работали исправно во время подъема, до высоты 19 км: данные с датчиков считывались, обрабатывались и записывались на SD-карту;
2. На высоте 19 км микроконтроллер Arduino (согласно программе работы) отдал команду на инициализацию процесса раскрытия полотна. Несмотря на некоторые технические сбои, испытываемый механизм АР сработал штатно;
3. Круглое полотно диаметром 1 метр начало раскрываться, но полного раскрытия не произошло. Причинами этого стали защемление полотна винтом при сборке АР и отказ микроконтроллера (двигатель не работал по заданной циклограмме).

В дальнейшем команда планирует продолжить проводить летные эксперименты на стратостате. Помимо этого, предполагается осуществить установку на полотно элементов фотоэлектронных преобразователей и проведение эксперимента по получению электроэнергии.

Список литературы

1. Райкунов Г.Г., Комков В.А., Сысоев В.К., Мельников В.М. Космические солнечные электростанции – проблемы и перспективы: монография / под ред. Г.Г. Райкунова. Москва.: РУДН, 2017. 282 с.
2. Сысоев В.К., Пичхадзе К.М., Фельдман Л.И., Аратов Е.А и др. Концепция разработки космической солнечной электростанции // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. 2011. № 2. С. 12-19.
3. Харлов Б.Н. Агрегаты раскрытия формируемые центробежными силами крупногабаритных космических конструкций. «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов»: Диссертация на соискание к.т.н. (05.07.02). Королёв: Завод экспериментального машиностроения РКК «Энергия» им. С.П. Королева. 2009. 144 с.

УДК 520.6.05

О ДВИЖЕНИИ СПУТНИКА СНАБЖЁННОГО ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ АНТЕННОЙ

Малов Е.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
egor241202@gmail.com
Научный руководитель: Темнов А.Н., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
antt45@mail.ru

Вопросы создания двигателя способного при минимальных затратах рабочего тела создавать управляющее усилие для маневрирования в околоземном пространстве сейчас остаются актуальными. Наиболее распространёнными установками такого типа являются электроракетные двигатели (ЭРД). Они находят применение, в частности, для поддержания спутников на низких орбитах и при проектировании перспективных межорбитальных буксиров. В данной работе предлагается альтернатива ЭРД – электродинамический трос с автономным источником зарядов (электродинамическая антенна).

Спутник снабжённый такой двигательной установкой состоит из двух частей, в одной из которых расположена ионная пушка, а во второй – электронная. Части спутника соединены между собой проводником большой длинны. При одновременной работе электронной и ионной пушки в проводнике возникает электрический ток. На проводник с током в магнитном поле будет действовать сила Ампера, которую можно использовать для изменения характеристик орбиты. Физическая основа такой двигательной установки уже была изучена ранее [1]. Было показано, что её удельный импульс существенно выше, чем у ЭРД. Целью же данной работы является качественная и количественная оценка возможности изменения характеристик орбиты спутника, использующего подобную двигательную установку.

В качестве проводника можно использовать трос, или полужёсткую мачту. При исследовании космических систем с гибким тросом было показано, что конфигурация системы с прямолинейным проводником оказывается неустойчива [2]. Эта конфигурация является предпочтительной, так как обеспечивает наибольший удельный импульс. При применении же полужёсткой мачты устойчивость космической системы оказывается возможна [3]. Предположим также, что спутник осуществляет идеальную гравитационную стабилизацию, то есть его мачта всегда направлена перпендикулярно к поверхности Земли. Непосредственно для оценки возможности спутника к изменению характеристик орбиты, в данной работе было использовано численное интегрирование уравнения движения спутника с учётом силы притяжения, сопротивления атмосферы и силы Ампера.

В численном расчёте, также были заданы параметры конструкции спутника необходимые для определения модели, а именно: длинна мачты 300 метров, сила тока 10 ампер и рабочее тело – водород. На основании этих данных получена масса аппарата - 1500 кг и характерная площадь спутника - 12 м^2.

Решение уравнения при различных начальных условиях позволило сделать несколько важных выводов. Наиболее важным из них является неустойчивость любых орбит с наклонением больше 10°. Она заключается в стремлении спутника при включении электродинамической антенны изменять наклонение в сторону плоскости магнитного экватора. Так, при поддержании спутником высоты полёта 230-300 км, запущенного на орбиту с наклонением 80°, наклонение примет значение 10° более чем за 20 лет. Изменение различных характеристик орбиты спутника происходит за счёт включения двигательной установки на различных участках орбиты, с учётом действительного положения магнитных полюсов.

При решении уравнения движения была получена зависимость силы ампера от времени, которая является периодической, с периодом равным половине орбитального. Эту зависимость можно приближённо описать следующим соотношением:

$$F_{\text{амп}} = F_{\text{амп}}^{\text{ср}} + \mathrm{F}_{\text{амп}}^{\text{а}}\ \sin(pt + \varphi_0)\ , p = 2\frac{V_{\text{орб}}}{R_{\text{орб}}}$$

Приведённые соотношения показывают, что стабилизируемый гравитацией спутник может совершать вынужденные колебания около некоторого статического положения. Для оценки колебаний получены следующие формулы для амплитуды и статического отклонения:

$$\varphi_{\text{ст}} = \frac{F_a^{\text{ср}}\left(\frac{L}{2} - x_c\right)}{\left[\frac{2\mu_{\text{з}}}{R^3} \cdot \frac{m_1 m_2 L^2}{m_1 + m_2}\right]}\ , \varphi_a = \frac{\mathrm{F}_{\text{амп}}^{\text{а}}\left(\frac{L}{2} - x_c\right)}{\left|\frac{2\mu_{\text{з}} m_1 m_2 L^2}{R^3(m_1 + m_2)(x_c^2 m_1 + (L - x_c)^2 m_2)} - p\right| \cdot (x_c^2 m_1 + (L - x_c)^2 m_2)}$$

Для рассматриваемого спутника отношение массы верхней части спутника (m_1) и нижней (m_2), при которых сумма статического отклонения и амплитуды вынужденных колебаний не превысит 10° приблизительно равно трём. Отметим, что это отношение будет справедливо при заданной силе тока и при её увеличении будет уменьшается.

Из анализа движения спутника снабжённого электродинамической антенной можно сделать вывод о возможности его использования на экваториальных орбитах, или в составе орбитальных группировок с плавающим наклонением. Конкретные алгоритмы управления такими спутниками и принципы построения космических систем на их основе, являются предметом дальнейших исследований.

Список литературы

1. Бечаснов П.М. Анализ работоспособности электродинамических тросов с автономной генерацией электронов // Инженерный журнал: наука и инновации. 2020. № 8. С. 1-16.
2. Белецкий В.В., Левин Е.М. Динамика космических тросовых систем. М.: Наука, 1990. 329 с.
3. Cornogolub A., Underwood C., Voigt P. Rigid-boom electrodynamic tethers for satellite de-orbiting and propulsion. // Journal of British Interplanetary Society. 2018. V. 71. pp. 234–238.

СЕКЦИЯ «АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

УДК 629.78

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ НИЗКООРБИТАЛЬНОЙ МНОГОЦЕЛЕВОЙ СПУТНИКОВОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ «СТРЕЛА»

Борисов С.В.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
Диденко Л.А.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
Камолов М.С.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
mathewkamolov@yandex.ru
Коршунов М.Д.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
Кузьмишкин А.А.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
Погуляй А.А.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
Саламадин Г.А.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
Научный руководитель: Щеглов Г.А., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Разработана концепция низкоорбитальной многоцелевой спутниковой космической станции (рабочее название проекта - «Стрела»). Создана её трёхмерная твердотельная модель в системе автоматизированного проектирования «Компас-3D». Уровень проработки – твердотельная модель компоновочного макета (https://disk.yandex.ru/d/uTmInbMriDNrvQ). Этапность проектирования подразумевала разработку схемы построения станции, определение номенклатуры модулей и их функционального назначения, графическую реализацию концепции.

Концепция учитывает ведущие проекты подобного класса, реализованные в России и за рубежом. Станция спроектирована с учётом стремительных темпов наращивания спутниковых группировок различного назначения и возникающей в этой связи необходимости их обслуживания и поддержки. Масса-габаритные характеристики станции учитывают возможности применяемых в настоящее время средств выведения.

В основе построения космической спутниковой станции лежит принцип «материнской платы»: если модуль может работать самостоятельно, то его оснащение избыточно. Только присоединённый к станции и подключенный к главной системе управления модуль способен выполнять все целевые задачи. Вместе с тем, модульность подразумевает киберфизический принцип построения станции, что даёт серьёзное подспорье для её интенсивного развития. К свободнонесущей конструкции крепятся аппаратура и агрегаты, обеспечивающие работоспособность системы, а также целевая аппаратура. Достоинство применённой при разработке модульной схемы заключается в возможности в случае необходимости перекомпоновок бортовой и целевой аппаратуры без большого объема доработок. Эта схема в большей степени, чем моноблочная позволяет осуществлять унификацию станции [1].

Перспективные назначения низкоорбитальной спутниковой станции «Стрела» соответствуют основным положениям Федеральной космической программы России на 2016-2025 годы: непрерывное и устойчивое управление орбитальными группировками автоматических и пилотируемых космических аппаратов на околоземных орбитах; многофункциональная космическая ретрансляция, обеспечивающая обслуживание космических аппаратов в режиме индивидуального доступа; контроль солнечной активности, космической

погоды и исследования процессов в магнитосфере Земли; обеспечение персональной спутниковой связи; дистанционное зондирование Земли; космическая обсерватория; выполнение научной программы по исследованию факторов, воздействующих на живые организмы в ходе полетов космических аппаратов на околоземных орбитах [2].

Изделие реализовано в соответствии со следующими требованиями: модульная структура; унифицированность стыковочных узлов, автономность, взаимозаменяемость модулей, форм-фактор - спутниковая платформа, возможность обслуживания роботизированными системами, размер целевого модуля – 500 U. Станция располагается на низкой околоземной орбите. В соответствии с современными требованиями по контролю загрязнения космического пространства срок службы станции ограничен 25 годами на низкой околоземной орбите [3]. Основополагающие системы (модули) станции «Стрела»: ферменный; стыковки; энергообеспечения (солнечные батареи); управления; ориентации и стабилизации (реактивная система управления, гироскопы); обеспечения терморегулирования; дистанционного зондирования земли; универсальная научная платформа; биологических исследований; выведения спутниковых группировок; обслуживания (сервиса) станции; двигатели коррекции орбиты; роботизированная рука-манипулятор.

Перспективы проекта: применённый в проекте ионный двигатель позволяет не только обеспечивать поддержку и корректировку орбиты станции, но и осуществлять межпланетные перелёты в пределах Солнечной системы. Проработка данного сценария существенно повысит качество разработки. Станция может быть не только околоземной, но и окололунной или марсианской.

Список литературы

1. Крамлих А.В. Модульное проектирование микро/наноспутников: электрон. конспект лекций / Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. акад. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т). Самара: Изд-во СГАУ, 2010. 59 с.
2. Федеральная космическая программа России на 2016-2025 годы. URL: https://fcp.economy.gov.ru/cgi-bin/cis/fcp.cgi/Fcp/ViewFcp/View/2024/443/?yover=2022]. (Дата обращения 01.05.2024)
3. Туманов А.В., Зеленцов В.В., Павлов Н.Л., Щеглов Г.А. Основы компоновки бортового оборудования пилотируемых космических аппаратов: учеб. пособие / ред. Щеглов Г.А. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. 755 с.

СЕКЦИЯ «ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»

УДК 629.078

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ КА

Грибченко К.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
krasnyj_kot@mail.ru
Научный руководитель: Корянов В.В., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
vkoryanov@bmstu.ru

На сегодняшний день спутниковые радионавигационные системы (СРНС) имеют достаточно большую область применения, которая растет вместе с расширением круга задач, решаемых с их помощью. Востребованность прогнозирования параметров движения КА связана с необходимостью повышения точности определения и учёта возмущающих факторов негравитационной природы, связанных с конструктивными и функциональными особенностями аппаратов. Целью данной работы является исследование алгоритмов прогнозирования вектора состояния НКА на основе данных оперативной информации (эфемерид) и на основе неоперативной информации (альманаха) навигационного сообщения. В соответствии с целью работы были сформулированы следующие задачи: 1) изучить принципы функционирования и построения спутниковой системы ГЛОНАСС; 2) изучить и дать теоретическое описание алгоритмов расчета координат и составляющих вектора скорости центра масс НКА по данным эфемерид и по данным альманаха; 3) разработать ПМО для каждого алгоритма.

Рассматриваемые алгоритмы прогнозирования вектора состояния НКА основаны на оперативной и неоперативной информации навигационных сообщений соответственно. Оперативная информация в навигационных сообщениях относится к передающему её космическому аппарату и включает: оцифровку меток времени, информацию о сдвиге шкалы времени космического аппарата относительно системной шкалы времени, относительное отличие несущей частоты космического аппарата от номинального значения, эфемеридную информацию [1]. Неоперативная информация содержит альманах систем, который включает: данные о работоспособности всех космических аппаратов (альманах состояния), сдвиг шкалы времени каждого космического аппарата относительно системной шкалы времени (альманах фаз), параметры орбит всех космических аппаратов (альманах орбит) [2]. Алгоритмы расчета параметров вектора состояния НКА ГЛОНАСС были реализованы в виде ПМО на языке программирования C++ и протестированы с использованием данных контрольного примеров, приведенных в интерфейсном контрольном документе. Значения составляющих вектора положения НКА, полученные в результате расчета с использованием разработанного ПМО по алгоритму на основе эфемерид, согласуются с данными контрольного примера на уровне десятки сантиметров, а значения составляющих вектора скорости НКА, полученные в результате расчета с использованием разработанного ПМО, согласуются с данными контрольного примера на уровне 0.1 миллиметров в секунду. Значения составляющих вектора положения НКА, полученные в результате расчета с использованием разработанного ПМО по алгоритму на основе альманаха системы, согласуются с данными контрольного примера на уровне единиц сантиметров, а значения составляющих вектора скорости НКА, полученные в результате расчета с использованием разработанного ПМО, согласуются с данными контрольного примера на уровне 10^{-3} миллиметров в секунду [2].

Данные результаты позволяют сделать вывод о корректности реализации в разработанном ПМО алгоритма расчета параметров движения центра масс НКА по данным альманаха системы ГЛОНАСС [3].

Список литературы

1. Дубошин Г.Н., Небесная механика: Основные задачи и методы. М.: Наука, 1975. 800 с.
2. ИКД ГЛОНАСС. Навигационный радиосигнал в диапазонах L1, L2. Редакция 5.1. М.: РНИИ КП, 2008. 57 с. URL: https://kpfu.ru/staff_files/F423775506/ikd51ru.pdf (Дата обращения 01.05.2024)
3. Глобальная спутниковая навигационная система ГЛОНАСС / Под ред. В.Н Харисова, А.И. Перова, В.А. Болдина. М.: ИПРЖР, 1998. 800 с.

УДК 629.785

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СХЕМ ПЕРЕРЁТА К КОМЕТЕ «ЧУРЮМОВА-ГЕРАСИМЕНКО» НА ОСНОВЕ МЕТОДА ДИАГРАММ ТИССЕРАНА-ПУАНКАРЕ

Колесникова Д.С., аспирант
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
kolesnikovads@student.bmstu.ru
Ли Чжоцзинь, студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
Lzj114065264@outlook.com
Научный руководитель: Клишин А.Н., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
alkl@mail.ru
Научный консультант: Корянов В.В., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
vkoryanov@mail.ru

В настоящее время одной из наиболее распространенных и значимых проблем в освоении дальнего космоса является реализация эффективного перелета космического корабля на целевую орбиту. Несмотря на то, что в общей постановке эта проблема решена, она является уникальной в ходе проектирования каждой миссии, и существует множество способов ее решения. Наиболее распространенным методом оптимизации межпланетных траекторий является использование гравитационных маневров, которые позволяют оптимизировать затраты топлива на проведение миссии. Однако для перелета к удаленным небесным телам, расположенным на границе Солнечной системы, необходимо использовать серию гравитационных маневров, состав и последовательность которых могут значительно варьироваться. В данном контексте, метод диаграммы Тиссерана (ДТ) является ключевым инструментом решения задачи. На ДТ представление гравитационного маневра осуществляется с помощью смещения вдоль линий уровня. Путем наложения линий уровня всех планет Солнечной системы можно легко выявить подходящие последовательности планет и промежуточные параметры орбит для реализации межпланетного перелета. Ю. Ф. Голубев и др. использовали метод ДТ для формирования больших наклонений орбиты КА **Ошибка! Источник ссылки не найден.**. Torre Sangrau др. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, Adrian Afsa и др. **Ошибка! Источник ссылки не найден.** использовали метод ДТ для автоматического поиска пригодных траекторий. Кроме того, Пан Сун и др. использовали метод ДТ для изучения малых планет в главном поясе.

Комета 67P (Чурюмова-Герасименко) — короткопериодическая комета семейства Юпитера. 2 марта 2004 года Европейское космическое агентство запустило зонд «Розетта», предназначенный для исследования кометы 67P. Этот проект, завершенный двенадцать лет

назад, по-прежнему является актуальным источником исследования первичных веществ, оставшихся при образовании Солнечной системы и планет, которые достойны дальнейшего исследования.

Целью данного исследования является моделирование траектории перелёта космического аппарата к комете 67P/«Чурюмова-Герасименко» с использованием серии гравитационных маневров на основе метода диаграмм Тиссерана-Пуанкаре и реальных эфемерид планет.

Для достижения поставленной был решен ряд следующих задач:

1. Решение задачи перелета к комете 67P с использованием серии гравитационных маневров реализовано посредством использования алгоритма оптимизации на основе диаграмм Тиссерана-Пуанкаре;

2. На основе реальных эфемерид планет Солнечной системы определены оптимальные окна запуска;

3. Рассчитана оптимальная траектория перелета с использованием принципа минимума Понтрягина.

Список литературы

1. Голубев Ю.Ф., Грушевский А.В., Корянов В.В., Тучин А.Г., Тучин Д.А. Методика формирования больших наклонений орбиты КА с использованием гравитационных манёвров. // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2015. № 64. 32 с. URL: http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2015-64 (Дата обращения 01.05.2024).
2. Torre Sangrà, D., Fantino, E., Flores, R., Calvente Lozano, O., García Estelrich, C. An automatic tree search algorithm for the Tisserand graph. // Alex. Eng. J. 2021. № 60 (1). pp. 1027–1041. DOI: 10.1016/j.aej.2020.10.028.
3. Afsa H., Bellome A., Kemble S., Sanchez-Cuartielles J.-P. Automatic multi-gravity assist trajectory design with modified Tisserand Graphs exploration. // Proceedings of the 73rd International Astronautical Congress (IAC) (Paris, 18-22 September 2022) URL: https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/18578 (Дата обращения 01.05.2024).

УДК 629.7.02

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА СООСНОГО ТИПА

Петров А.К., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
itavri@yandex.ru
Научный руководитель: Чудинова О.Н., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Применение беспилотных летательных аппаратов (БЛА) значительно повлияло на тактику ведения оперативных действий. Активно используются мультикоптеры и БЛА схемы «летающее крыло» в силу их экономичности и унифицированности. С течением времени все отчетливее проявляются роли БЛА различных схем в современной тактике.

Целью данной работы является проектирование БЛА-ретранслятора.

При проектировании необходимо учитывать требования к малым БЛА данного класса (блок ретранслятора рассматривается как полезный груз):

1. позиционирование в области пространства в течении длительного времени;
2. обеспечение высокой грузоподъемности;
3. обеспечение высокой скорости развертывания;
4. отработка системой управления нештатных ситуаций;
5. обеспечение электромагнитной совместимости с полезным грузом.

Анализ существующих решений показал, что инженеры разных стран (США, Китай, Израиль) в настоящее время активно исследуют для данных задач БЛА соосной компоновочной схемы [1]. При данной схеме аппарат состоит из вертикального цилиндрического корпуса и двух винтов, вращающихся в противоположном направлении. Данная схема обладает некоторыми преимуществами: при равной суммарной мощности двигателей в сравнении с квадрокоптером БЛА коаксиальной схемы обладает большей грузоподъемностью, аппараты данной схемы имеют сравнительно малые габариты и простоту сборки, что обеспечивает удобство транспортировки и высокую скорость развертывания.

В рамках поставленной задачи рассматривается случай постоянной проводной связи с наземным блоком комплекса. Данное обстоятельство во многом упрощает проектирование системы электроснабжения – электроэнергии на борту БЛА должно хватать исключительно на отработку нештатной ситуации, вызванной обрывом провода. Наличие проводной связи также позволяет упрощенно рассматривать задачу позиционирования. Для корректировки положения БЛА нет необходимости внедрять корреляционную экстремальную навигационную систему или систему навигации посредством глобальных навигационных спутниковых систем, задача сводится к определению положения конечной точки провода из анализа ветровой нагрузки и датчиков на наземном блоке и летательном аппарате.

На данном этапе проектирования разработаны:

1. компоновочная схема аппарата в виде трехмерной модели;
2. математическая модель движения БЛА;
3. математическая модель расчета формы провода по показаниям датчиков;
4. контур системы стабилизации.

Нереализованные этапы разработки:

1. система позиционирования;
2. летный образец.

Список литературы

1. Wang Z., Lio B. The Application of Micro Coaxial Rotorcraft in Warfare: An Overview, Key Technologies, and Warfare Scenarios // IEEE Access. 2022. № 10 (8). DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3166890.

СЕКЦИЯ «СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ»

УДК 620.178.7

БАЛЛИСТИЧЕСКИЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ 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»

Известный факт, что проведение физических экспериментов является трудозатратным, растянутым во времени и довольно дорогостоящим процессом. В то время как численное моделирование занимает меньшее время реализации и не требует материальных затрат. Наибольший эффект от численного моделирования может быть достигнут на ранних стадиях проектирования. Это сокращение объема физического эксперимента за счет предварительной отработки (перебора ограниченного количества вариантов) или многокритериальной оптимизации (с использованием алгоритмов поиска оптимума целевой функции) формы объекта. Быстрое численное моделирование помогает сделать предварительный выбор параметров физического эксперимента, либо, наоборот, проводится детальное численное моделирование ограниченного количества вариантов, выбранных на основании быстрого и дешевого физического эксперимента. [1] Для этого необходима постановка лабораторных экспериментов, позволяющих измерять локальные параметры соударения и сравнивать измеренные параметры с результатами численного расчета. Сравнительно немногочисленное количество научных работ рассказывают о том, как именно осуществляется эксперимент по определению баллистической стойкости и из каких этапов состоит его подготовка. Таким образом, целью данной работы является разработка баллистического стенда, который позволил бы проводить точные и безопасные испытания средств легкой бронезащиты на базе лаборатории кафедры СМ-4 МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Работа была разделена на несколько этапов. 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 калибром 80 мм, уловитель и средства регистрации (высокоскоростная видеокамера). В работе [2] описывается процесс получения скоростей порядка 450 м/с. На втором этапе необходимо было спроектировать оснастку для силового отсечения поддона. Отсекатель представлял собой массивную стальную плиту «Т»- образной формы с прорезью посередине. Так как поддон выполнен из пластмассы и представляет собой хрупкий материал в процессе соударения происходил срез поддона по границам прорези и часть поддона пролетала вместе с ударником. После чего было принято решение поставить перед прорезью втулку с внутренним диаметром немного большим, чем диаметр ударника. Это дало положительный результат – частиц поддона, пролетающих за отсекатель стало значительно меньше, но все равно достаточно много для того, чтобы назвать эксперимент качественным. В связи с этим мы решили вырезать из алюминиевых пластин толщиной 1 мм несколько (3-4) диска диаметром, равным диаметру поддона. Проделали в них центральное отверстие с диаметром равным 2-3 диаметрам ударника и установили набор дисков перед втулкой обеспечив соосность всей сборки. В результате серии проведенных экспериментов

удалось добиться «чистого» отсечения, при котором за отсекателем наблюдается только ударник без осколков поддона.

Во время экспериментальной отработки и оптимизации массы поддона был достигнут предел скорости метаемого тела (470 м/с), таким образом было принято решение изменить калибр ствола в меньшую сторону, что приведет к снижению массы метаемого тела при том же уровне энергии сжатого воздуха. Произведя смену ствола с внутренним диаметром 80 мм на ствол с внутренним диаметром 40 мм, а также добавив перфорацию на боковые стенки поддона, тем самым облегчив его, удалось добиться скорости ударника 550 м/с. Помимо разработки схемы метания и схемы отсечения в процессе работы была разработана, спроектирована и изготовлена оснастка для отсекателя и мишенной обстановки.

Таким образом был разработан и изготовлен баллистический стенд для испытаний средств индивидуальной бронезащиты, позволяющий оценивать баллистическую стойкость по 3 классу защиты, при этом скорость ударника была увеличена до 550 м/с. Данный стенд может быть использован для проведения лабораторных работ по курсу «Материалы и структуры легкой бронезащиты» для студентов 6 курса кафедры СМ4 [3].

Список литературы

1. Таранов А.Е., Сайфуллин Т.И., Рудниченко А.А., Егоров С.В. Особенности использования численного моделирования при проектировании объектов морской техники. // Труды Крыловского государственного научного центра. 2018. № 386 (4). С. 28–40.
2. Гришин И.Р. Иванов Д.А. Отработка схемы метания для экспериментов по определению баллистической стойкости средств легкой бронезащиты // Студенческая научная весна: сборник тезисов докладов Всероссийской студенческой конференции, посвященной 170-летию В.Г. Шухова, Москва (01–30 апреля 2023 года). Москва: Издательский дом «Научная библиотека». 2023. С. 611-612.
3. Кобылкин И.Ф., Селиванов В.В. Материалы и структуры легкой бронезащиты: учебник. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 191 с.

УДК 623.45

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ЛОБДЕЛЛА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КИНЕТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НЕЛЕТАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ С ГРУДНОЙ КЛЕТКОЙ

Ермолаев Д. А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
ermolaevda@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Левин Д. П., к.т.н.
факультет «Специальное машиностроение»

В 1973 г. Т. Э. Лобделлом была изложена [1] механическая модель деформации грудной клетки (ГК) при ударном воздействии, которую можно изложить в виде системы дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} m_1\dfrac{d^2y_1}{dt^2} = -k_{12}(y_1 - y_2), 0 \le t \le \infty \\ m_2\dfrac{d^2y_2}{dt^2} = k_{12}(y_1 - y_2) - k_{23S}(y_2 - y_3 - d)\cdot H(y_2 - y_3 - d) - k_{23i}(y_2 - y_3) - \\ -k_{ve23}(y_2 - y_4) - c_{23}\left(\dfrac{dy_2}{dt} - \dfrac{dy_3}{dt}\right), 0 \le t \le \infty \\ m_3\dfrac{d^2y_3}{dt^2} = k_{23S}(y_2 - y_3 - d)\cdot H(y_2 - y_3 - d) + k_{23i}(y_2 - y_3) + c_{ve23}\left(\dfrac{dy_4}{dt} - \dfrac{dy_3}{dt}\right) + \\ + c_{23}\left(\dfrac{dy_2}{dt} - \dfrac{dy_3}{dt}\right), 0 \le t \le \infty \\ c_{ve23}\left(\dfrac{dy_4}{dt} - \dfrac{dy_3}{dt}\right) = k_{ve23}(y_2 - y_4), 0 \le t \le \infty \\ y_1(0) = y_2(0) = y_3(0) = y_4(0) = 0 \\ \dfrac{dy_1}{dt} = v \\ \dfrac{dy_2}{dt} = \dfrac{dy_3}{dt} = \dfrac{dy_4}{dt} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Эта модель в классическом варианте предназначена для низкоскоростных ударников, масса которых сопоставима с массой ГК (~28 кг). Так, в источнике [2] описано действие бронепластины массой 4 кг с начальной скоростью 5 м/с на ГК. В качестве критерия, по которому будет вестись оценка действия кинетического элемента (КЭ) нелетального действия примем наибольшее значение вязкостного критерия VC_{max}, описанного в источнике [3].

Строго говоря, с точки зрения описываемого процесса, приведенная математическая модель теряет свою устойчивость, когда масса ударника существенно меньше, чем масса ГК. Предлагается модифицировать систему уравнений добавлением в первое уравнение системы условие «отскока» ударника:

$$m_1\frac{d^2y_1}{dt^2} = -k_{12}(y_1 - y_2)\cdot H\left(\frac{dy_1}{dt}\right) \quad (2)$$

Результаты расчетов с модифицированной моделью Лобделла положительно коррелируют с результатами экспериментов, а предложенное условие позволяет учесть последействие высокоскоростного ударника малой массы и оценить действие разделенного ударника. Для случая разделенного ударника первое уравнение системы приобретает следующий вид:

$$\sum_{k=1}^{n} m_k h(t - \tau_k)\cdot\frac{d^2y_1}{dt^2} = -k_{12}(y_1 - y_2)\cdot H\left(\frac{dy_1}{dt}\right) \quad (3)$$

где τ_k – время, прошедшее с момента столкновения первого ударника с ГК до столкновения k-го ударника с ГК (для первого ударника $\tau_1 = 0$), n – число ударников. Заметим, что изменится и соответствующее начальное условие:

$$\frac{dy_1}{dt} = \sum_{k=1}^{n}\frac{dy_1}{dt}\Big|_{t=\tau_k} + v_k h(t - \tau_k) \quad (4)$$

Разделение КЭ при произвольном времени столкновений разделенных элементов с ГК может привести к снижению эффективности его действия, так как грудная клетка успевает прийти к невозмущенному положению между столкновениями.

Модель Лобделла можно применять для определения параметров КЭ с ГК, у неё есть несколько преимуществ: простота постановки задачи и расчетов, которые значительно проще, чем при численном моделировании. Эта же простота системы делает её «гибкой», что позволяет учитывать различные действующие факторы с помощью введения их в систему дифференциальных уравнений и расширять границы её применимости. Есть существенный

недостаток – модель Лобделла не учитывает параметры ударника: его твердость, жесткость, плотность и др. Она также не учитывает параметры соударения: площадь соприкосновения ударника с ГК и характер проникания (отсутствует проникание или КЭ проникает в поверхностный слой кожи). Данная модель подходит для оценки действия КЭ в совокупности с другими методиками, при этом используя её как первичную, ввиду её относительной простоты.

Список источников:

1. Bronzino J. D., Peterson D. R. Biomedical Engineering Fundamentals: 2nd edit. Boca-Raton: CRC-Press, 2015. 1180 p.
2. Кобылкин И.Ф., Селиванов В.В. Материалы и структуры легкой бронезащиты: учебник / Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 192 с.
3. Левин Д.П. Оценка действия кинетических нелетальных элементов. // Инженерный журнал: наука и инновации. 2018. В. 7. DOI: 10.18698/2308-6033-2018-7-1784.

УДК 623.45:623.4.015.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕЗИНОВЫХ УДАРНИКОВ РАЗЛИЧНОЙ ТВЕРДОСТИ С ПРЕГРАДОЙ

Кудрявский А.Э., студент
ae.kudryavskiy@gmail.com
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
Научные руководители: Левин Д.П., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»,
Петюков А.В., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Непроникающие кинетические элементы (КЭ) – широко распространенные боеприпасы оружия нелетального действия. Основной проблемой при их проектировании является выбор конструкции и материалов кинетического элемента для получения при ударе по цели травмы определенной степени тяжести [1]. Результаты испытаний опытных образцов на лабораторных животных безусловно позволяют сделать общий вывод о травмирующем действии, однако проведение испытаний достаточно длительный процесс, который обладает существенной проблемой – перенос результатов испытаний с животного на человека. Кроме того, получить в рамках таких испытаний характеристики соударения, необходимые для определения общепринятых критериев травмы, например вязкостного критерия (VC), весьма сложно и требует специфического оборудования. Биодостоверные механические манекены, разработанные за рубежом, в России не используются, и их разработка «с нуля» потребует огромных временных и денежных ресурсов. Альтернативой является численное моделирование удара кинетического элемента по конечно-элементным моделям биообъектов, частично, но подробно [2] или полностью, но упрощенно [3], определяющим тело человека. Исходными данными для моделирования являлись результаты экспериментальных стрельб резиновыми шарами трёх твердостей (соответственно твердого – 80 ед. по Шору, среднего – 65 ед. по Шору, мягкого – 55 ед. по Шору) в диапазоне скоростей удара 30-120 м/с. В ходе эксперимента с отснятых видеоматериалов определялись скорость подлета ударника, его максимальный поперечный и минимальный продольный размер. На данный момент проведено численное моделирование твердого и мягкого шаров. Задача о взаимодействии резинового ударника с абсолютно жесткой плоской стальной преградой в нормаль решалась численно, Лагранжевым методом, реализованным в программе LS-DYNA. Ударная поверхность смоделирована из стали с использованием модели пластичного материала с учетом билинейного кинематического упрочнения. Стенка ограничена во всех направлениях. Для описания напряженно-деформированного состояния и динамики деформации ударника использовалась модель упрощенной резины, которая может использоваться как с полыми, так и сплошными элементами.

Для задания поведения материала, необходимо ввести кривую, которая определяет инженерное напряжение как функцию растяжения при испытании на одноосное растяжение. К ударнику прикладывалось среднее значение скорости, зарегистрированной в эксперименте. Для шара твердости 55 ед. не удалось получить третью точку из численного моделирования, поскольку сетка при скоростях ≈ 90 м/с ломается, вследствие чего принимается решение поставить задачу для этого случая с использованием лагранжевого бессеточного метода (SPH-постановка). По результатам численного моделирования и сравнения его с экспериментом делается вывод о том, что для моделирования взаимодействия резинового ударника с жесткой стенкой для ударника твердости 80 ед. по Шору предпочтительнее использовать Лагранжев сеточный метод, а для ударника твердости 55 ед. по Шору лагранжев бессеточный метод (SPH). В дальнейших планах у авторов провести аналогичное моделирование ударника твердости 65 ед. по Шору обоими методами, совершить корректировку кривых «напряжение-деформация» для лучшего согласования с экспериментом, использовать разработанную упрощенную модель резины и антропометрического манекена для выбора рациональных конструкций КЭ.

Список литературы

1. Селиванов В.В., Левин Д.П. Оружие нелетального действия. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 356 с.
2. Roth S, Torres F, Feuerstein P, Thoral-Pierre K. Anthropometric dependence of the response of a thorax FE model under high speed loading: validation and real world accident replication. // Comput. Methods Prog. Biomed. 2013. № 110 (2). С. 160–170.
3. Levin D.P., Petukov A.V., Arcivenko M.E., Gonsales Astua A.V. Modeling of the kinetic element interaction with biological object // Human Factors and Mechanical Engineering for Defense and Safety. 2022. № 6. DOI: https://doi.org/10.1007/s41314-022-00042-3.

УДК 623.451.32

ПРОБИТИЕ СТАЛЬНОЙ ПРЕГРАДЫ СБОРНЫМ БРОНЕБОЙНЫМ ПОДКАЛИБЕРНЫМ СНАРЯДОМ

Кулаков А.О., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное Машиностроение»
kao20m307@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Велданов В.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное Машиностроение»
VeldanovVA@bmstu.ru
Научный консультант: Куприянов В.М., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное Машиностроение»
KuprijanovVM@bmstu.ru

Современные военные конфликты, такие как: Войсковая операция по принуждению к миру Грузии в Южной Осетии (2008), Военная операция России в Сирии (2015-2017) и Специальная Военная Операция (2022-н.в.), а также напряжённость на западных границах нашей страны – выявляют необходимость поиска способов повышения бронепробития танковых выстрелов [1].

Современные бронебойно-оперённые подкалиберные снаряды обладают рядом недостатков [1]:

1) Длина БПС ограничивается автоматом заряжания;

2) При ручном заряжании вес выстрела может достигать 30 кг.

Одним из возможных способов решения данных проблем является использование сборных БПС.

При поочерёдном заряжании двух частей, хвостовая часть вставляется в носовую, и удерживается за счёт зажимных лепестков, которые имитируют функцию цанги. Таким образом, создаётся единый снаряд, обладающий большей длиной и, при попадании в цель, обеспечивающий повышенное бронепробитие. Зажимные лепестки обладают длиной 200 мм. Это обеспечивает их лёгкий отгиб при вставке хвостовой части в носовую. Начало хвостовой части имеет вид последовательно расположенных четырёх упорных конусов высотой 50 мм каждый, а вершина каждого последующего конуса меньше предыдущего на 0,5 мм, что позволяет избежать лишних затрат при сборке и распределить нагрузку между каждым упорным конусом.

Предлагаемый сборный БПС обладает рядом особенностей:

1) Состоит из двух частей, которые заряжаются последовательно и соединяются путём помещения одной части в другую, удерживаясь за счёт сил упругой деформации внутри казённой части орудия;

2) При ручном заряжании вес будет распределён между двумя частями, что, в свою очередь, упростит процесс заряжания.

Моделирование и взаимодействие сборного БПС с металлической бронеплитой было рассчитано по зависимостям Алексеевского-Тейта [2].

В первом приближении, физико-математическую модель сборного БПС можно рассматривать как единую конструкцию с монолитным сердечником из сплава ВНЖ-90.

Расчёт по зависимостям Алексеевского-Тейта проводились в программе «Пион-4» на кафедре СМ-4 МГТУ им. Н.Э. Баумана. По результатам численного моделирования, глубина пробития сборным БПС составила приблизительно 1010 мм.

Из этого следует, что сборный БПС обладает наилучшим показателем бронепробития среди образцов, представленных в таблице.

Аналогичным вариантом увеличения бронепробития путём удлинения снаряда не превышая габариты в автомате заряжания является телескопический БПС, который обладает несколькими особенностями [3]:

1) В автомате заряжания занимает столько же места, сколько и БПС классической схемы;

2) После выстрела, телескопический БПС удлиняется за счёт выдвижения хвостовой части как полой трубки, что увеличивает его бронепробитие.

Однако, полая трубка, в отличии от сердечника из тяжёлого сплава, не обладает высокой плотностью и динамическим пределом текучести, что в свою очередь незначительно увеличивает бронепробитие (15-20%) при столкновении с преградой.

Таким образом, что сборный БПС обладает большей величиной бронепробития, чем все отечественные и зарубежные БПС, что является важным показателем для поражения тяжело бронированных целей, как, например, перспективные ОБТ стран НАТО [2].

При дальнейших исследованиях сборного БПС, планируется подробно рассчитать прочностные и внутрибаллистические характеристики, а также планируется изменить конструкцию, путём переноса хвостовой части сборного БПС в основной метательный заряд для уменьшения числа звеньев сборки.

Список литературы

1. Селиванов В.В. Боеприпасы: уч. в 2 т., Т. 1. / под общ. ред. В.В. Селиванова. 3-е изд., испр. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. 506 с.

2. Велданов В.А. Прикладная теория удара: учеб. пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. 42 с.

3. Фёдоров С.В., Велданов В.А., Гладков Н.А., Смирнов В.Е. Численный анализ проникания в стальную преграду сегментированных и телескопических ударников из высокоплотного сплава // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 2016. № 3. С. 100-117.

УДК 623.4.082.6

О ВОЗМОЖНОСТИ НАГРЕВА КУМУЛЯТИВНОЙ ОБЛИЦОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРМИТНОГО СОСТАВА

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»

На протяжении многих лет кумулятивные боеприпасы являются основным средством поражения тяжелобронированной техники, которая непрерывно модифицируется и совершенствуется, в том числе, и в отношении степени своей защищенности. Поэтому поиск способов повышения пробивной способности кумулятивных зарядов (КЗ) сохраняет свою актуальность. При взрыве КЗ формируется металлическая кумулятивная струя (КС), которая за счет существующего в ней градиента осевой скорости сначала удлиняется в свободном полете с сохранением сплошности, а затем вследствие развития пластической неустойчивости разрывается на множество отдельных безградиентных элементов. Пробивное действие КС определяется ее длиной. Для увеличения предельного удлинения КС может быть использовано воздействие на нее магнитного поля [1]. Другим возможным способом получения КС с большей эффективной длиной является предварительный нагрев кумулятивной облицовки (КО) [2]. Повышение температуры металла облицовки оказывает разупрочняющее влияние на него, вследствие чего может замедлиться развитие пластической неустойчивости формирующейся КС с увеличением ее предельного удлинения. Возможность повышения пробивного действия КЗ за счет предварительного нагрева облицовки подтверждена экспериментально в [3] с использованием генератора тепловой энергии (ГТЭ) на основе порохового заряда. При нагреве медной КО заряда диаметром 68 мм до температуры 180…300 ^{0}С за время 0,1…0,2 с прирост глубины пробития стальной преграды составлял 7…28 %.

В настоящей работе рассматривается предварительный нагрев КО посредством радиационного теплообмена, обеспечиваемого ГТЭ на основе термитного состава. Идея о возможности нагрева КО лучистой энергией, генерируемой устройством на основе систем самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (термитных составов), высказывалась, например, в [3].

Термитный состав представляет собой порошкообразную смесь различных веществ, при химическом реагировании которых друг с другом выделяется большое количество теплоты, а продукты реакции находятся преимущественно в конденсированном состоянии. При реагировании термитов температура продуктов реакции может достигать 4000 К и более, чем обеспечиваются высокие значения плотности потока теплового излучения, позволяющие реализовать достаточно быстрый радиационный нагрев облучаемых материалов.

Схема нагрева КО с использованием ГТЭ на основе термитного состава представляется следующим образом. Состав заключен в контейнер торообразной формы, размещенный у основания облицовки вне зоны формирования КС. С обращенной к КО стороны корпус контейнера выполнен в виде тонкой вольфрамовой пластины (выбор вольфрама обусловлен его высокой температурой плавления). Эта пластина, разогреваясь при реагировании термитного состава, излучает тепловой поток, обеспечивающий нагрев КО. При этом все остальные стенки контейнера выполняются с обеспечением хорошей теплоизоляции. На внешней поверхности облицовки, контактирующей со взрывчатым веществом, для предотвращения его термического разложения также предусмотрено тонкое теплоизолирующее покрытие.

Для оценки нагрева КО тепловым потоком, излучаемым ГТЭ с термитным составом, решались две одномерные нестационарные задачи теплопроводности. На основе первой из них в рамках плоской геометрии определялась температура нагрева термитным составом излучающей вольфрамовой пластины и, соответственно, излучаемый ей в соответствии с законом Стефана-Больцмана тепловой поток (толщина пластины принималась равной 0,5 мм). При этом предполагалось, что реагирование термитного состава с выделением теплоты химической реакции происходит мгновенно. В качестве термитного состава была выбрана смесь на основе

оксида вольфрама с адиабатической температурой горения 3800 К, реагирующая согласно уравнению

$$WO_3 + 2Al + C \rightarrow WC + Al_2O_3.$$

На основе второй задачи, реализованной в рамках осесимметричной геометрии, определялась температура нагрева различных сечений КО потоком теплового излучения, бравшимся из решения первой задачи. Постановка второй задачи соответствовала представленной в работе [2]. Расчеты проводились применительно к медной конической КО заряда диаметром 150 мм, имеющей прогрессивную толщину, изменяющуюся от 1,5 мм в вершине до 3,5 мм у основания. В качестве материала теплоизолирующего слоя между КО и взрывчатым веществом рассматривалась эпоксидная смола, толщина этого слоя изменялась от 0,15 мм у вершины облицовки до 0,3 мм у ее основания.

По результатам расчетов было установлено, что максимальная температура нагрева излучающей вольфрамовой пластины составляет около 3100 К (при температуре плавления вольфрама 3693 К) и достигается спустя примерно 0,5 с от момента реагирования термитного состава. При этом поток теплового излучения пластины в максимуме достигает около 4 МВт/м^2 и впоследствии плавно снижается, составляя примерно 3 МВт/м^2 через 4 с после тепловыделения в результате химической реакции. При полученном законе изменения потока теплового излучения нагрев КО во всех сечениях происходит практически равномерно по толщине облицовки, и через 1 с после начала работы ГТЭ с термитным составом КО прогревается примерно до 250 ^{0}С у основания и до 200 ^{0}С в средней части.

Таким образом, проведенные расчеты показывают принципиальную возможность предварительного нагрева КО тепловым излучением, обеспечиваемым тепловыделением при реагировании термитного состава, с достижением температур нагрева облицовки в несколько сотен градусов (при которых в экспериментах [3] наблюдался ощутимый прирост пробивного действия КЗ) за времена, укладывающиеся в полетное время кумулятивного боеприпаса до цели.

Список литературы

1. Федоров С.В. Усиление магнитного поля в металлических кумулятивных струях при их инерционном удлинении // Физика горения и взрыва. 2005. Т. 41, № 1. С. 120–128.
2. Бабкин А.В., Колпаков В.И., Ладов С.В., Плетнев С.Л., Федоров С.В., Бондаренко П.А. О возможностях «теплового» способа повышения пробития кумулятивных зарядов // Оборонная техника. 2000. № 1–2. С. 41–48.
3. Кореньков В.В., Обухов А.С., Смеликов В.Г. Увеличение глубины пробития стальной преграды зарядом с предварительно нагретой кумулятивной облицовкой // Двойные технологии. 1999. № 4. С. 53–54.

УДК 623.451; 004.896

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ЭФФЕКТИВНОГО ПОРАЖЕНИЯ ТИПИЗИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Февралев А.Е., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
alexandr.fevralev1@gmail.com
Научный руководитель: Люшнин С.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Современные системы обнаружения целей с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) предполагают использование программного обеспечения с элементами искусственного интеллекта для управляемого сброса грузов различного назначения. Наибольший интерес в рамках реализации алгоритмов машинного зрения [1], обработки изображений и численных

алгоритмов общего назначения представляет библиотека с открытым исходным кодом OpenCV, одним из достоинств которой является возможность использования языков программирования C++, Python и Matlab, широко используемых в научной среде [2]. Для распознавания объектов на изображении используется библиотека с открытым исходным кодом YOLO. В ходе тестирования, в сравнении с аналогами YOLO показывает наибольшее быстродействие. Библиотека OpenCV имеет возможность подключения обученных моделей YOLO Darknet через метод dnn.readNetFromDarknet. Готовая модель представляет из себя файл, включающий в себя веса (.weight), и является результатом работы обучения нейронной сети.

В ходе исследования нейронная сеть обучалась на наборе данных, представляющем из себя массив изображений с координатами распознаваемых объектов, а для увеличения количества изображений использовалось расширение Stable Video Diffusion библиотеки Stable Diffusion, позволяющее генерировать короткие видео из одного кадра. Это позволило получить из одного входного изображения до 8 новых с измененными ракурсами относительно начального, повысив качество обучения нейросети. Разметка координат происходила в полуавтоматическом режиме при помощи нейронной сети, ранее обученной на малом наборе данных.

После подключения обученной модели к OpenCV изображения, содержащие бронетехнику, с высокой точностью размечались в правильных местах даже в условиях низкой контрастности распознаваемого объекта с окружающей средой и наличием маскировки.

Анализ вероятности поражения проводился в среде Matlab с помощью библиотеки ProbabilityAnalysisM4, включающий в себя математическую функцию Ver, рассчитывающую вероятность попадания в цель при известном рассеивании. В Matlab передавались координаты прямоугольника цели из программы обнаружения, а также высота и скорость полета с бортовой системы БПЛА. На основе этих данных создавался объект цели, представляющий из себя прямоугольник. При модификации обучающей базы данных изображений появляется возможность распознавания передней и задней частей объекта, что в перспективе позволяет увеличить вероятность его поражения.

В алгоритме расчета поражения цели применялся вариант модифицированного кумулятивного заряда КЗ-6, оборудованный осколочным кожухом и стабилизатором. Момент сброса и координаты вычислялись геометрически. Высота полета БПЛА ограничивалась сверху возможностью попадания снарядом в цель, а снизу - возможным противодействием противника. На основе этих параметров рассчитывалась зависимость вероятности попадания от высоты полета при условии, что БПЛА не будет сбит противником.

Вычисление вероятности поражения при попадании в разные зоны цели в программном пакете ProbabilityAnalysisM4 и системе автоматизированного проектирования (САПР) «Инженер М4» проводились на основе статистических испытаний [3]. В САПР «Инженер М4» были построены агрегатные модели танков «Абрамс М1» и «Меркава», а также БМП «Бредли». В программный пакет ProbabilityAnalysisM4 были загружены файлы целей и спроецированы на картинную плоскость.

Результатом проделанной работы являются зависимости вероятности поражения при наведении на центральную, заднюю и переднюю части целей от высоты сброса полезной нагрузки с БПЛА.

Список литературы

1. Корк П. Машинное зрение. Основы и алгоритмы с примерами на Matlab. М.: ДМК Пресс, 2023. 584 с.

2. Люшнин С.А. Методические основы и обеспечение курса «объектная среда для инженерных расчетов в системе MATLAB» // Цифровые технологии в инженерном образовании: новые тренды и опыт внедрения: международный форум (Москва, 28-29 нояб. 2019 г.): сборник трудов / МГТУ им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский ун-т). М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. С. 317-324.

3. Rishnyak A.G. Systemic solution for engineering tasks by using formulas in MATLAB // AIP Conference Proceedings. AIP Publishing, 2019. V. 2195. № 1. DOI: 10.1063/1.5140177.

УДК 623.45:623.4.015.4

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ДЕЙСТВИЯ КИНЕТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НЕЛЕТАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Фонарев П.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
platon585@gmail.com
Научный руководитель: Левин Д.П., к.т.н., доцент;
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Целью данной работы являлось определение направлений исследований, позволяющих закрыть пробелы в общей картине оценки действия кинетических непроникающих элементов нелетального действия по биообъекту.

Оружие нелетального действия (ОНД) оказывает травматическое физическое воздействие на цель-биообъект [1]. Травма почти всегда сопровождается болевым эффектом. Травма и болевой эффект приводят к изменению поведения цели. Таким образом, можно выделить ОНД действие которого предполагает изменение поведения цели за счет боли или за счет травмы высокой степени тяжести и сопутствующего ей болевого эффекта, имеющего в данном случае второстепенную важность.

Болевой эффект нецелесообразно рассматривать при создании ОНД вследствие его субъективности. Основным является травматическое или «выводящее из строя» действие.

Рассмотрим критерии воздействия на цели.

Действие по конечностям достаточно хорошо изучено для сильного травмирующего действия (переломы костей). Травмирующее действие на мышцы, важное для ОНД, сегодня практически невозможно оценить. Моделям удара по мышцам в биомеханике уделено мало внимания.

Для оценки действия по грудной клетке и брюшной полости используются комплексные параметры.

1) Параметр включает только характеристики ударника:

1.1 без учета взаимодействия с целью (кинетическая энергия, плотность кинетической энергии),

1.2 с учетом взаимодействия с целью (сила соударения, плотность кинетической энергии с учетом деформации кинетического элемента)

2) Параметр включает характеристики ударника и цели:

2.1 статические характеристики цели (масса, толщина «стенки тела»), например для критерия тупой травмы (BC) грудной клетки и брюшной области;

2.2 динамические характеристики цели (требуют динамическую модель цели), пример вязкостный критерий травмы грудной клетки (VC).

Практика показывает, что простейшие параметры (группа 1.1) не показательны. Определение значений более сложных параметров (например VC) требует проведение эксперимента на биообъектах, имитаторах (желатин) или биодостоверных механических манекенах (таких как 3-Rib Ballistic Impact Dummy, Blunt Torso Trauma Rig, Ballistic Load Sensing Headform). Использование биодостоверных механических манекенов, распространенных за рубежом (см. стандарты НАТО AEP-94 EDB V1 E, AEP-99 EDB V1 E), затруднено в РФ, а создание таких моделей с нуля потребует существенных финансовых, трудовых и временных затрат.

Имитаторы цели, такие как баллистический желатин или Roma plastilina, предназначены для сравнительного анализа боеприпасов и определения порогов проникания через кожные покровы [2]. Определить степень травмы с их помощью невозможно.

Заменой эксперименту, при наличии данных для верификации, могут послужить упрощенные модели биомеханики, например модель грудной клетки Лобделла. Модель дает хорошее совпадение с экспериментальными данными, однако требует доработки для учета реальных упругих свойств деформируемых ударников и нескольких последовательных ударов.

Другим важным направлением, позволяющим существенно уменьшить объем экспериментальной работы, является численное моделирование. Для получения значений VC могут быть использованы подробные численные модели частей тела человека. Однако, для инженерных и исследовательских задач при разработке ОНД зачастую нет необходимости в высокой точности и подробности имитации всех органов тела человека. Альтернативой являются упрощенные модели всего тела человека, такие как Hybrid III 50th Male type [3]. Их адаптация под задачи оценки действия кинетических элементов представляется весьма перспективной задачей.

Таким образом, в качестве основных перспективных направлений можно выделить следующие.

1) Разработка и верификация биомеханической модели нагружения мышц ударом в нормаль и под углом и определение пороговых значений параметров удара, обеспечивающих необходимую и достаточную травму мышц.

2) Модификация модели Лобделла для учета реальной конструкции кинетических элементов и оценки реакции грудной клетки при нескольких последовательных ударах.

3) Адаптация упрощенных моделей тела человека (например, Hybrid III 50th Male type) для определения параметра VC в совокупности с данными об ответной реакции всего тела (вероятность падения).

Список литературы

1. Селиванов В.В., Левин Д.П. Оружие нелетального действия. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 356 с.
2. Левин Д.П., Селиванов В.В. Обзор современных технологий оружия нелетального действия // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2018. № 11-12 (125-126). С. 119-126.
3. Levin D.P., Petukov A. V., Arcivenko M. E., Gonsales Astua A.V. Modeling of the kinetic element interaction with biological object // Human Factors and Mechanical Engineering for Defense and Safety. 2022. № 6. DOI: https://doi.org/10.1007/s41314-022-00042-3.

СЕКЦИЯ «АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ»

УДК 621.396

МЕТОД СИНТЕЗА СВЧ-ФИЛЬТРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

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»

Развитие современных программных сред проектирования СВЧ-устройств, в особенности фильтров, представляет собой достаточно формализованный процесс, заключающийся в выборе типа фильтра исходя из условий задачи, типа топологии фильтра. После чего формируется параметризованная модель, с параметрами, вычисленными по аналитическим соотношениям для проведения оптимизации.

В данной работе предлагается метод проектирования топологии микрополосковых фильтров. По предлагаемой методике синтез осуществляется исключительно с помощью использования оптимизации.

Синтез осуществляется в несколько этапов:

1) формирование требований к частотной и фазовой характеристике фильтра;
2) формирование параметризированной модели фильтра в САПР;
3) проведение оптимизации с целью удовлетворения заявленным требованиям.

Требования к частотной и фазовой характеристике могут быть заданы в формате зависимости величины от частоты в формате массива. Тем самым, методика подходит как для синтеза фильтров низки частот, высоких частот, полосовых и режекторных фильтров, но и для фильтров с произвольными требованиями к частотной характеристике, то есть с произвольно заданными полосами пропускания и подавления, а также для синтеза согласованных фильтров [1].

Формирование параметризованной модели заключается в создании модели в САПР, представляющей собой прямоугольник, большие стороны которого разбиты на отрезки точками, координаты которых параметризированы, то есть начальная модель фактически представляет собой линию передачи с входным и выходным портом и параметризованными кромками. В процессе оптимизации варьируются координаты точек кромки фильтра.

Оптимизацию предлагается проводить посредством генетического алгоритма, широко используемым при проектировании СВЧ-устройств. В качестве целевой минимизируемой функции предлагается использовать разницу между функцией требуемой величины (частотной, фазовой характеристикой) и получаемой для рассматриваемой модели. Выбор начального положения точек и пределов их варьирования является темой отдельного исследования.

Реализована программа, написанная на языке Lua, которая в качестве входных параметров использует требования к частотной и фазовой характеристике, пределы варьирования координат кромки, параметры подложки формирует параметризованную модель фильтра, готовую к проведению оптимизации.

Таким образом, результатом исследования стала методика синтеза микрополосковых СВЧ-фильтров с произвольными требованиями к частотной и фазовой характеристике, с использованием оптимизации методом генетического алгоритма параметризованной модели.

Список литературы

1. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы / 5-е изд. М.: Дрофа, 2006. 719 с.

УДК 621.396.969.1

ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ НА КАЧЕСТВО СОПРОВОЖДЕНИЯ МАНЕВРИРУЮЩЕГО БПЛА

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»

Повсеместное применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) коптерного типа в наши дни показывает актуальность задачи их радиолокационного сопровождения. Одной из главных проблем при этом является высокая манёвренность целей. Подавляющее большинство алгоритмов сопровождения основаны на применении методов статистической фильтрации калмановского типа [1]. При синтезе траекторного фильтра особо важным вопросом, определяющим сходимость, является выбор модели, наиболее точно описывающей характер движения цели.

Модели движения радиолокационной цели имеют общий вид:

$$\boldsymbol{q_{k+1} = F_k q_k + G_k u_k}$$

где $\mathbf{q}_k$ - вектор состояния цели в k-ый момент времени, $\mathbf{F}_k$ - матрица эволюции динамической системы, $\mathbf{u}_k$ - вектор возмущающих ускорений, $\mathbf{G}_k$ - матрица влияния возмущающих ускорений на состояние цели.

Существует несколько подходов к сопровождению маневрирующей цели [1]:

1. алгоритмы без обнаружения манёвра, основанные на использовании одной модели движения неманеврирующих целей, в которых возмущающее воздействие $\mathbf{u}_k$ представлено в виде случайной величины с увеличенной ковариацией;

2. адаптивные алгоритмы, которые так же ведут сопровождение с помощью одной модели, но при обнаружении факта манёвра переключаются на другую или увеличивают ковариационную матрицу шума $\mathbf{u}_k$ в текущей модели;

3. многомодельные (ММ) алгоритмы, в которых результирующая оценка состояния цели синтезируется из результатов параллельно работающих моделей с учётом их правдоподобия в конкретный момент времени.

При использовании адаптивных алгоритмов возникает проблема создания обнаружителя манёвра. При этом они уступают ММ алгоритмам по точности. ММ алгоритмы сложны с точки зрения выбора набора моделей и требуют большей вычислительной мощности. Алгоритмы без обнаружения манёвра являются наименее точными из представленных, но есть предположение, что при высокой частоте формирования измерений они могут давать приемлемую оценку.

В работе исследовалась возможность использования более простых моделей движения для сопровождения БПЛА коптерного типа при высоком такте формирования радиолокационных измерений. Исследование проводилось методом имитационного моделирования в САПР Matlab SIMULINK. Истинная траектория БПЛА коптерного типа была смоделирована с помощью UAV Toolbox. В качестве фиксируемой измерительной информации были выбраны дистанция от радиолокационной станции до цели, азимут, угол возвышения и радиальная скорость цели.

В качестве выходных параметров модели выступали зависимости от времени средней, среднеквадратической и максимальной ошибок оценивания вектора состояния цели, среднеквадратического отклонения оценок параметров цели, полученные по данным 100 прогонов модели.

Были исследованы модели движения с постоянной скоростью и постоянным ускорением. Получены результаты для частот формирования измерений 1 Гц, 10 Гц и 50 Гц. При увеличении частоты качество сопровождения ожидаемо растёт (ошибки оценивания уменьшаются). Модель

с постоянной скоростью даёт наименьшую ошибку оценивания на линейных участках без манёвра, но имеет заметный рост ошибки при манёвре. Модель с постоянным ускорением выдаёт менее точную оценку на линейных участках, но при этом при манёвре ошибки почти не растут. Т.е. имеет место менее точное, но более стабильное сопровождение.

Список литературы

1. Коновалов А.А. Основы траекторной обработки радиолокационной информации: в 2 ч. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014. Ч. 2. 180 с.

УДК 621.371.32

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ OPENMP ДЛЯ РАСЧЕТА ЭПР ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИГОНАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ

Зельницкий Н.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
zna21m066@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Сучков В.Б., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

При расчете ЭПР объекта следует учитывать, что источники полей рассеяния электромагнитных волн, распределенные на поверхности объекта в виде полигональной модели, имеют смысл лишь в тех областях на поверхности объект, которые освещены со стороны передатчика и не затеняются со стороны приемника радиолокационной системы (РЛС). Поэтому, алгоритмы анализа затенения и маскировки фацетов являются одним из ключевых моментов полигональной модели, помимо этого они являются самыми ресурсоемкими при расчете ЭПР при помощи ЭВМ.

Для программной реализации расчета ЭПР необходим анализ условий затенения и маскировки элементов полигональной модели. В цикле программы, проводящей данные вычисления, поочередно перебираются все треугольники модели и для каждого элемента необходимо проверить условия несамомаскировки и незатенения, данный алгоритм является неоптимизируемым, со сложностью $O(n^2)$. Т.к. для полигональных моделей характерное количество треугольников порядка нескольких сотен тысяч, то время вычисления ЭПР объекта может быть очень велико, что является существенным недостатком.

Для ускорения вычислений, при неизменной сложности, можно использовать несколько методов: упрощение полигональной модели (уменьшение количества треугольников), использование средств для параллельного вычисления, например: CUDA, OpenMP.

При использовании технологии OpenMP для вычисления используются все доступные ядра CPU (центрального процессора), на данный момент большинство процессоров использует технологию Hyper-Threading, которая позволяет на одном ядре процессора осуществлять несколько параллельных вычислений.

В данной программе внешний итерационный цикл был разделен на каждый поток CPU, т.о. на каждый поток была отведена своя итерация цикла.

Технология OpenMP предоставляет готовое решение для распараллеливания итерационных циклов. Самостоятельно отдает необходимую итерацию на исполнение, определяет вакантность потоков. Применение данного решения имеет недостаток: отсутствие возможности контроля порядка исполнения итераций. В случае вычисления ЭПР объектов на основе полигональных моделей это не создает проблем, т.к. итерации независимы между собой и порядок их исполнения не имеет значения.

Можно считать, что при использовании данной технологии время расчета уменьшается в количество раз равное количеству потоков процессора, отданных на исполнение. Т.е. для 14 потоков время выполнения уменьшится, как минимум, в 14 раз, если не учитывать, что, в то

время как один поток был занят одной итерацией другой поток мог исполнить несколько итераций [1, 2].

Список литературы

1. Сучков В.Б. Анализ характеристик рассеяния сложных радиолокационных объектов на основе их полигональных моделей. // Электромагнитные волны и электронные системы. 2010. Т. 15. № 11. С. 31-36.
2. Suchkov V.B., Baev M.I., Likhoedenko A.K. Development of parallel algorithms for calculation of backscattering characteristics of complex shape objects // Information Processing and Control Engineering, Programme in the 5th International Workshop on Training in Computer Science. 2015. DOI: 10.18178/wcse.2015.04.017 P. 103-108.

УДК 623.465.757

МОДЕЛИРОВАНИЕ В SIMULINK СИГНАЛОВ ИНФРАКРАСНОГО МНОГОЭЛЕМЕНТНОГО СКАНИРУЮЩЕГО КООРДИНАТОРА

Кривошеев А.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
kazukl@mail.ru
Научный руководитель: Микаэльян С.В., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Одна из задач моделирования работы инфракрасных (ИК) оптико-электронных систем – это задание фоновой обстановки. В настоящее время существует два подхода: использование случайных функций яркости для каждого конкретного фона и использование тепловых карт местности [1]. Второй вариант связан с применением систем трёхмерного моделирования, однако общедоступные системы предназначены для моделирования изображений в видимом диапазоне. Для моделирования же в инфракрасном диапазоне необходимо создавать собственное программное обеспечение, которое должно учитывать собственное и отражённое излучение объектов (в т. ч. от солнца), прохождение лучей через атмосферу и т. д. При этом на начальном этапе проектирования, как правило, нет необходимости иметь математически точные детализированные модели ИК-изображений – для предварительной оценки параметров и обоснования выбора того или иного технического решения может быть достаточным наличие относительно простой, но правдоподобной модели. В работе рассматривается создание такой модели с использованием встроенной библиотеки «Simulink 3D Animation» среды Simulink и ресурсов сети Интернет.

Существует две разновидности систем с инфракрасными чувствительными элементами по типу конструкции: матричные и сканирующие. В матричных элементы сгруппированы в прямоугольную матрицу, находящуюся в фокальной плоскости оптической системы. В сканирующих системах элементы расположены в определённом порядке (линия, крест, сложные фигуры) в фокальной плоскости оптико-механической системы, которая перемещает изображение по этой плоскости. В работе рассматривается система сканирующего типа, так как набор сигналов на её выходе не является изображением, что снимает часть требований к сигналу.

Из-за того, что цель и фон имеют разный характер в смысле однородности, размеров и скорости изменения, в работе предложено разделить процесс моделирования сигналов на 4 отдельных подзадачи для уменьшения времени моделирования:

1. вычисление интенсивности ИК-излучения цели, падающего на каждый элемент;
2. вычисление интенсивности ИК-излучения фона, падающего на каждый элемент;
3. определение доли перекрытия каждого элемента изображением цели;
4. сложение интенсивности излучений цели и фона для каждого элемента пропорционально перекрываемой площади элемента.

Нахождение интенсивности фона является наиболее сложной подзадачей из перечисленных. В работе предлагается решение с применением библиотеки Simulink 3D Animation (в публикациях можно встретить её использование в моделях только для визуализации [2], без дальнейшей обработки изображения). С помощью инструментов библиотеки создаётся трёхмерная сцена фоновой обстановки, состоящая из объектов: ландшафта, неба, освещения и носителя координатора, через который выводится изображение сцены. Необходимые объекты и текстуры были получены из ресурсов сети Интернет.

Для вычисления значения интенсивности фона для отдельного элемента из изображения сцены вырезается фрагмент – проекция фона на элемент согласно правилу развёртки оптико-механической системы координатора и вычисляется средняя яркость этого фрагмента. Ограничение в 256 уровней серого цвета текстур создаёт ступенчатость сигнала интенсивности фона, которая устраняется сглаживанием.

Благодаря использованию в такой задаче библиотеки Simulink 3D Animation моделирование сигналов координатора возможно реализовать в одной модели вместе с обработкой этих сигналов в среде Simulink, что позволяет, например, управлять координатором по сигналам его элементов.

Таким образом, в работе предложено решение задачи моделирования сигналов сканирующей оптико-электронной системы, а именно порядок расчёта сигналов и способ решения наиболее сложной подзадачи – моделирования фоновой обстановки. Такой подход позволяет получить простую модель на начальном этапе проектирования системы.

Список литературы

1. Торшина И.П. Компьютерное моделирование оптико-электронных систем первичной обработки информации. М.: Университетская книга; Логос, 2009. 248 с.
2. Велищанский М.А., Кавинов А.В. 3D визуализация динамики Simulink-моделей механических объектов и систем средствами пакета Simulink 3D animation // Modern European Researches. 2022. Т. 1. № 3. С. 45-54.

УДК 621.391

ЧАСТОТНАЯ ОБРАБОТКА ВИБРАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

Серебрянская И.Е., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
sie19m112@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Сидоркина Ю.А., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

С быстрым развитием научных технологий сложность конструкций машин увеличивается и вместе с тем процесс поиска потенциальных неисправностей становится труднее. Благодаря методам обработки вибрационных сигналов можно извлекать диагностическую информацию для оценки состояния недоступных внутренних компонентов. Алгоритмы эмпирической модовой декомпозиции (ДЭМ) [1] широко используется для диагностики вибрационных сигналов и благодаря их возможности прямого применения к нестационарному анализу сигнала обладают очевидным преимуществам по сравнению с традиционными методами.

В данной работе исследуются подходы к диагностике подшипников качения на основе ДЭМ. С помощью ДЭМ вибрационный сигнал раскладывается на ряд собственных функций, которые можно объединить в группы на шумовую, сигнальную и трендовую части. Сигнальная составляющая сигнала содержит высокочастотные и низкочастотные компоненты.

Каждый элемент подшипника имеет характерную частоту вращения. При дефекте конкретного элемента подшипника может наблюдаться увеличение энергии колебаний на

частоте вращения этого элемента. Эти характерные частоты дефектов могут быть рассчитаны исходя из геометрии подшипника и частоты его вращения. При нормальных скоростях эти частоты лежат в низкочастотном диапазоне. Поэтому при диагностике сигнальной составляющей вибрационного сигнала подшипников качения интерес представляет только низкочастотная составляющая.

Для разделения компонент сигнальной части рассматриваются четыре метода кластеризации данных [1]: k-средних (англ. k-means), нечёткой кластеризации c-средних (англ. c-means), основанная на плотности пространственная кластеризация для приложений с шумами (англ. Density-based spatial clustering of applications with noise, DBSCAN) и метод максимизации математического ожидания (англ. Expectation-maximization (EM) algorithm). Алгоритмы анализируются по критерию отношения сигнал/шум (ОСШ) выделенного низкочастотного сигнала.

Алгоритмы разбиения на кластеры используется с целью достижения низкой неоднородности внутри одного кластера и высокой между кластерами. Таким образом кластеры состоят из близко расположенных отсчетов и удаленных от отсчетов других кластеров. Евклидово расстояние используется в качестве метрики. Входными параметрами алгоритмов являются количество кластеров и анализируемые данные. Алгоритм k-means определяет расстояние между всеми точками и происходит перераспределение отсчетов в кластер с ближайшей точкой. Структура алгоритма c-means в основном аналогична структуре k-means, но в качестве критерия перемещения в кластер используется степень принадлежности отсчета кластеру. Алгоритм DBSCAN позволяет не указывать количество кластеров и распознает шумовые компоненты, определяя их в отдельный класс. EM-алгоритм также основан на расстояниях и предполагает, что набор данных может быть представлен как линейная комбинация многомерных нормальных распределений и находит параметры, которые максимизируют показатель качества модели.

Для эксперимента по кластеризации компонент, полученных в результате ДЭМ вибрационного сигнала с подшипника с неисправностью, описанные алгоритмы были адаптированы для разделения на два кластера. В результате кластеризации максимальное ОСШ достигается при использовании DBSCAN, алгоритмы k-means и EM дают одинаковые результаты, минимальное ОСШ достигается при применении c-means.

Алгоритм c-means является неустойчивым к шумовым компонентам в данных, из-за чего может сходится к локальным оптимумам. Алгоритм k-means чувствителен к начальной инициализации центров, что приводит к худшему результату. Алгоритм EM обладает теми же недостатками, что k-means и c-means.

Алгоритм DBSCAN использует понятие плотности и основан на идее о том, что близкие точки данных имеют тенденцию принадлежать к одному и тому же кластеру. Благодаря использованию понятия «эпсилон-окрестности», которое позволяет определить, принадлежат ли две точки к одному кластеру, на основе их расстояния друг от друга, алгоритм DBSCAN способен идентифицировать и отбросить шумы. Таким образом, алгоритм DBSCAN может дать более точные и надежные результаты по сравнению с другими алгоритмами кластеризации в случае анализа вибрационных сигналов подшипника, имеющие сложную структуру или содержащие шум.

Список литературы

1. Marple S.L. Digital spectral analysis with applications. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1987. 492 p.

УДК 621.396

АДАПТИВНОЕ ПОДАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТА ОККЛЮЗИИ

Харитонова В.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
kharitonovava@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Глазков В.В., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Эффект окклюзии проявляется у человека в виде гулкого звука собственного голоса при закрытом ушном канале. Этот эффект обусловлен усилением звуков, проводимых телом, на низких частотах. С технической точки зрения, к усилению звуков, проводимых телом (таких как собственный голос, жевание, проглатывание, т.д.), добавляется затухание звуков, распространяемых по воздуху.

Для подавления эффекта окклюзии используется система из двух микрофонов и динамика. Один из микрофонов ставится вне ушной полости, а второй – внутрь неё вместе с динамиком. На внешний микрофон поступает сигнал окружающей среды, на внутренний – отфильтрованный вкладышем сигнал окружающей среды, сигнал с динамика внутри ушного канала и сигнал ошибки измерения. В случае адаптивного подавления эффекта окклюзии производится адаптация весовых коэффициентов фильтра по разности сигналов с внешнего и внутреннего микрофонов.

Для подавления эффекта окклюзии в большинстве своём используют адаптивные алгоритмы подавления белого шума, когда шум окружающей среды чаще всего является цветным. Использование алгоритмов подавления цветного шума позволит увеличить способность слышать людей в условиях шумной среды, при этом обеспечивая и подавление эффекта окклюзии.

Для исследования подавления эффекта окклюзии в условиях цветного шума были рассмотрены два алгоритма: «отбеливание» цветного шума дополнительным фильтром (MMAF алгоритм) и одновременное вычисление параметров шума и сигнала и адаптация в частотной области (FDAF алгоритм). Также, для сравнения, был использован нормализованный метод наименьших квадратов (НМНК), который показывал отличные результаты в среде с белым гауссовским шумом.

Реализована модель эффекта окклюзии в виде фильтра с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтра) согласно модели, предложенной в [1]. На фильтр подается сигнал с примешанным к нему розовым шумом, на выходе – окклюдированный сигнал. Окклюдированный сигнал подается на каждый из трёх фильтров (НМНК, MMAF, FDAF), строятся осциллограммы и АЧХ входного сигнала и сигналов с внутреннего и внешнего микрофонов. Сравнение алгоритмов с помощью сравнения АЧХ входного сигнала и отфильтрованного адаптивным алгоритмом, субъективной оценки при прослушивании отфильтрованного сигнала и оценки времени выполнения алгоритма.

По результатам оценки, FDAF алгоритм удовлетворил всём трем параметрам: АЧХ сигнала на выходе данного фильтра была наиболее схожа с АЧХ входного сигнала, при прослушивании не было слышно гулкого звука, характерного для эффекта окклюзии, и скорость выполнения алгоритма составила 31,25 мс. НМНК алгоритм удовлетворил только требованию по скорости выполнения алгоритма, MMAF алгоритм не смог удовлетворить ни одного требования.

Список литературы

1. Zurbrügg T. The Occlusion Effect - Measurements, Simulations and Countermeasures // ITG-Fachbericht. 2018. V. 282. pp. 26–30.

СЕКЦИЯ «ВООРУЖЕНИЕ И ВОЕННАЯ ТЕХНИКА»

УДК 623.451.746.1:623.51

ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ТРАЕКТОРИЙ БОЕПРИПАСОВ ПЛАНИРУЮЩЕГО ТИПА, СБРАСЫВАЕМЫХ С БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Афанасьева Е.П., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
octavo_color@mail.ru
Научный руководитель: Розанов Л.А., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
rozanov@bmstu.ru

За рубежом активно развивается направление высокоточных малогабаритных боеприпасов повышенной дальности, достигаемой за счёт планирования после сброса с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В нашей стране на сегодняшний момент такие специализированные боеприпасы отсутствуют, поэтому необходимо скорейшее развитие данного направления. Типовые цели для малогабаритных планирующих боеприпасов (МПБ) – бронированная и легкобронированная техника, колонны на марше, стационарные цели, включая позиции дальнобойных артиллерийских систем и средств противовоздушной обороны. Анализ существующих образцов показал, что рационально использовать МПБ небольшой массы (до 50 кг) с большой дальностью полёта, составляющей десятки километров.

Систему наведения МПБ можно условно разделить на две подсистемы, отвечающие за автономный планирующий полет на максимально возможную дальность и за конечную доставку МПБ в заданную точку соответственно [1]. До участка непосредственного наведения на малоразмерную цель боеприпас может управляться с помощью спутниковой навигационной системы (СНС). На последнем участке траектории, в связи с применением средств радиоэлектронной борьбы, управление по СНС может стать невозможным, поэтому на подлёте к цели наведение целесообразно осуществлять с помощью головки самонаведения.

Достижение максимальной дальности полета возможно при полёте МПБ с максимальным аэродинамическим качеством. Наиболее пологая траектория планирования будет при максимальном аэродинамическом качестве K_{max} на наивыгоднейшем угле атаки $\alpha_{\text{нв}}$ [2]. Обеспечение высокого аэродинамического качества на дозвуковых скоростях полёта может быть обеспечено за счёт крыла большого удлинения с $\lambda_{\text{кр}} \geq (10\ldots13)$. Выход на расчётную скорость планирования обеспечивается при помощи разгонного ракетного двигателя на твёрдом топливе.

Была уточнена методика проектирования и разработана мат.модель, реализованная в программе для ЭВМ. Программа позволяет рассчитывать траекторию полёта с наведением на цель выбранным двухточечным методом и получать массовые характеристики МПБ на основании имеющейся траектории. Зависимость тяги и траекторных параметров МПБ от времени определяется исходя из произвольно заданного профиля скорости с учётом характеристик атмосферы и выработки топлива. Программа позволяет решить задачу в трёхмерной постановке в векторном виде с помощью методов линейной алгебры [3]. Возможно произвольное задание точки пуска. Ограничение поперечной перегрузки летательного аппарата программно введено на уровне $n_{\max}$=4 с целью снижения требований к прочностным характеристикам планера и ограничения балансировочных углов атаки. Если перегрузка превышает заданное значение $n_{\max}$, то осуществляется пересчёт, ограничивающий угловую скорость поворота вектора скорости МПБ, и вектор скорости поворачивается на пересчитанный угол.

На основании полученных по разработанной мат.модели траекторных параметров МПБ сформулированы рекомендации по профилированию траектории МПБ и тягово-экономическим характеристикам разгонного двигателя. Построены траектории с ограничениями угла атаки МПБ, соответствующие полёту на заданную дальность. Проведена оценка дальности полёта

МПБ при параметрах, обоснованных по уточнённой методике балпроектирования с учётом обеспечения поиска цели оператором, который учитывается путём ограничения скорости полёта на конечном участке траектории. Предложены варианты траекторий, соответствующие поражению цели в верхнюю проекцию при пуске МПБ с высоты 500 м на дальность 3000 м и пуске МПБ с высоты 7500 м на дальность 70000 м.

Список литературы

1. Полищук М.А., Полищук М.В. Динамика и управление беспилотного планирующего крылатого летательного аппарата крестообразной схемы // Вестник Концерна ВКО «Алмаз – Антей». 2018. № 3. С. 55-60.
2. Баяндина Т.А. Динамика полёта самолёта. Расчёт траекторий и лётных характеристик: учебное пособие. Самара: Изд-во Самарского университета, 2023. 152 с.
3. Канатников А.Н., Крищенко А.П. Линейная алгебра: учебник для вузов. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 336 с.

УДК 623.462.12:623.51

ПОДХОД К БАЛЛИСТИЧЕСКОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ БАРРАЖИРУЮЩЕЙ РАКЕТЫ С ИМПУЛЬСНЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ

Глазунова А.Н., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
glazunovanasya@gmail.com
Научный руководитель: Розанов Л.А., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
rozanov@bmstu.ru

В современных вооружённых конфликтах необходима поддержка войск высокоточным оружием. Время реакции на угрозу должно быть минимальным, а боевые средства должны находиться в непосредственной близости к ней. Для выполнения поставленных требований в настоящее время широко используются высокоточные боеприпасы, в том числе барражирующие ракеты (БР) с наведением по видеоканалу, оснащённые турбореактивным двигателем (ТРД).

В настоящее время активно развиваются средства обнаружения и противодействия высокоточному оружию, а потеря БР вследствие противодействия нежелательна ввиду высокой стоимости оборудования на борту ракеты. Подобные образцы требуют средств уменьшения заметности, однако ввиду высокой плотности компоновки и малых габаритов БР не представляется возможным оснастить её специальными средствами для парирования противовоздушной обороны.

Необходимо отметить, что одним из наиболее распространённых способов обнаружения летательных аппаратов является их отслеживание по тепловому излучению двигателя. Таким образом, простым путём снижения заметности БР без применения специальных средств является организация работы ТРД в импульсном режиме, что позволит уменьшить время наблюдения противником теплового следа БР. Однако БР должна совершать продолжительный полёт над полем боя, соответственно, остро стоит вопрос минимизации её массы.

Целью исследования являлось разработать подход к баллистическому проектированию БР, оснащённой ТРД с импульсным режимом работы.

В ходе исследования решена научная задача – разработана математическая модель полёта БР с ТРД, работающем в ранее не исследованном импульсном режиме, и уточнена методика баллистического проектирования БР с учётом импульсного режима.

Исследование проводилось в следующем порядке: формировались исходные данные; разрабатывалась уточнённая методика балпроектирования; разрабатывалась матмодель полёта БР с учётом импульсного режима работы ТРД; моделировались варианты полёта и обосновывался

рациональный режим работы ТРД; формировались рекомендации для дальнейшего проектирования БР.

В качестве исходных данных задавались требования по дальности полета до участка барражирования, времени барражирования и массе полезной нагрузки; ограничения по стартовой массе, длине ракеты и калибру; а также тягово-экономические характеристики двигателей ракеты (ТРД и разгонного твердотопливного ракетного двигателя). Использовались полиномиальные зависимости тяги и расхода топлива для микро-ТРД [1]. Предполагалось, что микро-ТРД оснащён стартером-генератором, обеспечивающим многократный запуск на траектории.

Методика балпроектирования заключается в определении массы топлива для непрерывно работающего ТРД при полёте до зоны барражирования, после чего проводится моделирование полёта по той же траектории с импульсным режимом. Для него варьируются значения минимальной и максимальной скорости полёта, а также продолжительность полёта на максимальной скорости. Рациональным считается импульсный режим работы ТРД, обеспечивающий среднюю скорость полёта не ниже заданной при минимуме массы топлива и потерях топлива не более 10% относительно варианта с непрерывной работой ТРД. Математическая модель полёта с учётом схемы управления тягой ТРД и выработки потребных для выполнения полётного задания перегрузок реализована в программной среде SimInTech.

На основании параметров импульсного режима ТРД на участке полёта до зоны барражирования выбирается диапазон его параметров для обоснования рационального режима работы при барражировании. Критерием рационального решения служит минимум массы топлива. Траектория на участке барражирования имеет вид спирали для повышения площади, охватываемой головкой самонаведения БР.

В результате исследования выявлено, что рациональным вариантом импульсного режима работы ТРД является режим «разгон-пауза», без участка поддержания максимальной скорости. Потери топлива для варианта с минимальной его массой составили 5,98% по сравнению с непрерывным режимом работы.

В результате исследования сформированы рекомендации по организации импульсного режима работы ТРД и по проектированию планера БР, а именно определены масса топлива ТРД и значения потребной поперечной перегрузки с учётом барражирования.

Список литературы

1. Ростопчин В.В., Кирпичев А.С., Каленский С.М. Анализ конструкции, газодинамический расчет и оценка эксплуатационных характеристик микро-ТРД для беспилотных летательных аппаратов // Наукоемкие технологии. 2008. Т. 9. № 3. С. 59-65.

УДК 623-9

МАССОВЫЙ АНАЛИЗ ОБРАЗЦОВ РАКЕТНОГО ОРУЖИЯ НА РАННИХ ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ЗАРУБЕЖНЫХ ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ

Ермолаев А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
alex.erm2000@yandex.ru
Научные руководители: Лаптева Л.А., к.т.н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»,
Тищенко Д.Ю., ассистент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В данный момент времени в открытой печати чрезвычайно мало работ для оценки массы образцов ракетного оружия в зависимости от других его параметров на раннем этапе проектирования. Обратившись к поиску, среди открытых зарубежных источников была найдена диссертация «Соотношения для оценки общих массогабаритных параметров ракеты и ее

отсеков» [1] за авторством офицера ВМС США, после ознакомления с которой был осуществлен полноценный перевод на русский язык для детального анализа.

В данной диссертации образцы группируются следующим образом. По классу – ракеты «воздух-воздух», ракеты «воздух-поверхность», зенитные управляемые ракеты, ракеты «земля-земля». По дальности – ракеты малой дальности, ракеты средней дальности, ракеты большой дальности. Образцы условно «разбиваются» на следующие отсеки: двигательная установка, отсек управления и наведения, боевая часть, а также отдельно анализировались несущие поверхности.

В основе работы лежит использование эмпирического метода статистического регрессионного анализа для составления уравнений, служащих исходными данными для оценки масс и габаритов отсеков и ракеты в целом на ранних стадиях разработки образца. При проведении регрессионного анализа автором используется метод наименьших квадратов.

Автором используются анализ по одной переменной и многопараметрический анализ. Основными переменными являются объем и масса изделия. Для анализа по одной переменной должны быть известны назначение, максимальная дальность, средняя скорость изделия. Цель заключается в том, чтобы связать логически различные параметры оптимальным образом с точки зрения геометрии и физики. Анализ проводится для всего образца целиком и для каждого отсека отдельно. В многопараметрическом анализе основная цель заключалась в том, чтобы связать массы отсеков с общими физическими параметрами ракеты, а также с назначением и дальностью.

При проведении анализа несущих поверхностей использовались следующие допущения: масса одной консоли крыла/руля – зависимая переменная; используется масса одной консоли крыла/руля, а не пояса. Перечисленные допущения позволяют применять найденную зависимость для любой конфигурации несущих поверхностей изделия.

В качестве примера, автором диссертации проводится расчет для ракеты класса «воздух-воздух» для истребителя ВМС США – F/A-18. Результаты расчетов достаточно близки к исходным данным. Относительная погрешность расчета массы составила 4,3 %, а длины изделия 13,7 %.

Данная методика была опробована при массовом анализе отечественной противотанковой управляемой ракеты (в качестве аналога была выбрана ракета 9М123). Результаты оказались не столь близкими к исходным данным, как при расчете американской ракеты класса «воздух-воздух». В данном расчете относительная погрешность оценки массы составила 10,3 %, а длины изделия – 15,8 %.

Данная методика не лишена недостатков, к ним можно отнести следующее: отсутствие информации о более новых зарубежных образцах ракетного оружия; в силу крайней ограниченности информации для автора, отсутствует подробная информация о советских и российских образцах; недостаточное количество информации для ракет переносных комплексов, а также для противотанковых возимых комплексов, что не позволяет производить расчеты с достаточной точностью, именно это и было продемонстрировано в расчете отечественной ракеты выше.

Принимая во внимание перечисленные недостатки, следует доработать методику по следующим направлениям: в целях расширения функционала и повышения точности оценки масс и габаритов ракеты и ее отсеков требуется провести сбор информации из открытых источников по отечественным образцам ракетного оружия; пользуясь методикой, изложенной в диссертации выше, необходимо вывести и определить для отечественных образцов наиболее подходящие уравнения и соотношения, в частности для ракет переносных зенитных ракетных комплексов, носимых и возимых противотанковых ракетных комплексов; актуализировать и дополнить информацию для зарубежных образцов ракетного оружия; вывести и определить уравнения и соотношения для более новых зарубежных образцов, информации о которых у автора диссертации не было по объективным причинам.

При составлении уравнений и соотношений для оценки массогабаритных параметров отечественных зенитных управляемых ракет и их отсеков, а также при сборе открытой

информации по данному классу ракет имеет смысл обращаться к учебнику И.С. Голубева, В.Г. Светлова «Проектирование зенитных управляемых ракет» [2].

Подводя итог можно сделать следующие выводы: изложенная выше методика с исправленными недостатками позволит решить проблему оценки массы и размеров образцов ракетного оружия на раннем этапе проектирования при помощи данных из открытой печати. Более того, обновленный и дополненный набор уравнений, который обеспечивает относительно быстрые и сравнительно простые решения для определения массогабаритных параметров ракеты и ее отсеков, можно использовать в учебно-методических целях, например, в курсовых проектах, поскольку проблема точности при использовании методики для отечественных образцов ракетного оружия будет решена.

Список литературы

1. John B. Nowell Jr.: Missile Total and Subsection Weight and Size Estimation Equations / B.S., United States Naval Academy, 1984. URL: https://hdl.handle.net/10945/23959. (Дата обращения 01.05.2024)
2. Архангельский И.И. и др. Проектирование зенитных управляемых ракет: учебник / И.И. Архангельский, П.П. Афанасьев, Е.Г. Болотов, И.С. Голубев, А.М. Матвеенко, В.Я. Мизрохи, В.Н. Новиков, С.Н. Остапенко, В.Г. Светлов; под редакцией И.С. Голубева, В.Г. Светлова. Изд. Второе, перераб. и доп. М.: МАИ, 2001. 732 с.

УДК 533.69

АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ДОННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НЕСУЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Краснова А.П., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
krasnovaanastasia585@gmail.com
Научные руководители: Лаптева Л.А., к.т.н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
Тищенко Д.Ю., ассистент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Одним из важных этапов проектирования летательных аппаратов (ЛА) является расчет аэродинамических характеристик (АДХ). Традиционно при расчете АДХ используются графические зависимости, однако в настоящее время возникает необходимость автоматизировать расчет АДХ на ранних этапах проектирования. Для этой задачи была создана библиотека подпрограмм для аэродинамических расчетов летательных аппаратов «AeroBDSM» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2023613387, Российская Федерация), представляющая из себя совокупность зависимостей для единичного расчета АДХ ЛА, написанных в виде функций на языке C++, а также библиотека содержит интерфейсные функции для использования в Python и Mathcad. Одной из таких зависимостей является донное сопротивление профиля — часть аэродинамического сопротивления, обусловленная наличием зоны разряжения за притупленной задней кромкой несущих поверхностей. При расчете донного сопротивления профиля используется коэффициент донного давления, анализ которого и производился в данной работе.

Ранее для расчета коэффициента донного давления профиля в библиотеке подпрограмм использовалась зависимость из книги «Динамика полета беспилотных летательных аппаратов» Лебедева А.А., Чернобровкина Л.С. Функция на данном графике начинается со значения числа Маха, равного 1.5, то есть определить величину коэффициента донного давления профиля на дозвуковых и трансзвуковых скоростях по нему невозможно. Для расширения расчетного

диапазона вышеуказанной зависимости было принято решение провести обзор литературы и сравнение кривых из нескольких источников.

При изучении специализированной литературы были найдены несколько зависимостей из следующих источников: «Аэродинамика ракет» Хемш М., Нилсен Дж. [1], «Аэродинамика маневренного летательного аппарата» Бураго С.Г. [2], а также «Расчет аэродинамических характеристик маневренного летательного аппарата» Бураго С.Г. и Корнева С.В. (с. 45 рис. 3.4). Данные на графике из существенно отличаются от графиков из пособий Бураго С.Г., однако, указана ссылка на отчёт NASA (TR R-100, 1961), который в свою очередь ссылается на данные отчёт NACA [3], из которого была взята данная зависимость.

При анализе отчета, была найдена зависимость донного давления профиля от числа Маха, полученная экспериментальным путем. В данном эксперименте была создана модель ЛА с крылом, на задней кромке которого были расположены щелевые отверстия. Через них, в процессе продувки в аэродинамической трубе, измерялось донное давление профиля. Так как график в отчете описывает зависимость коэффициента донного давления профиля от чисел Маха от 0.6 до 1.6, а кривая из книги «Динамика полета беспилотных летательных аппаратов» Лебедева А.А., Чернобровкина Л.С. охватывает диапазон чисел Маха от 1.5 до 6.5, именно этот график был выбран для оцифровки и расширения расчетного диапазона зависимости коэффициента донного давления профиля от числа Маха.

Таким образом возникла необходимость совмещения двух вышеуказанных кривых в одну зависимость. После приведения к одному масштабу и совмещения по числам Маха, два графика с минимальной погрешностью совпали в точке при числе Маха примерно равном 1.6, что позволяет сделать вывод о том, что это две согласующиеся части одной зависимости. Так был получен итоговый вариант функции коэффициента донного давления профиля от числа Маха и добавлен в библиотеку подпрограмм.

Таким образом, в рамках проведенной работы была получена возможность рассчитывать коэффициент донного давления профиля на дозвуковых и трансзвуковых скоростях. Оцифровка вышерассмотренного графика является одним из множества этапов работы над библиотекой подпрограмм, а так как библиотека является динамично развивающимся проектом, его перспективы развития заключаются в уточнении ряда функций, расширении их расчетного диапазона и возможной замены некоторых графических и табличных зависимостей аналитическими.

Список литературы

1. Хемш М., Нилсен Д. Аэродинамика ракет. Т. 2. Методы аэродинамического расчета. М.: Изд-во Мир, 1989. 508 с.
2. Бураго С.Г. Аэродинамика маневренного летательного аппарата. М.: Изд-во МАИ, 2012. 75 с.
3. Morrow J.D., Katz E. Flight investigation at Mach numbers from 0.6 to 1.7 to determine drag and base pressures on a blunt-trailing-edge airfoil and drag of diamond and circular-arc airfoils at zero lift. NACA TN 3548, 1955. 19 p. URL: http://hdl.handle.net/2060/19930084307 (Дата обращения 01.05.2024)

УДК 008

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: Сусляев В.С., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В современной танковой артиллерии одной из проблем является недостаточное бронебойное действие оперенных подкалиберных снарядов. Один из путей решения данной проблемы – повышение начальной скорости. Добиться этого можно за счёт усиленного заряда. При этом уровень максимального давления в канале ствола при использовании классического пороха тоже повышается, что недопустимо для обеспечения прочности. Вместо классического порохового заряда предполагается использование высокоплотного заряда конвективного горения (ВЗКГ). ВЗКГ изготавливается из пороховых зёрен, покрытых пленкой ингибитора, путём прессования [1], за счет чего достигается высокая прогрессивность горения. Метательный заряд (МЗ) на основе ВЗКГ включает как сам ВЗКГ (основной заряд), так и заряд классического пороха (условно «насыпной» заряд). При правильном подборе параметров МЗ можно получить прирост начальной скорости снаряда при сохранении уровня максимального давления в канале ствола.

Точное математическое описание процесса конвективного горения представляет собой большие трудности в программной реализации, поэтому для быстроты проведения расчётов была использована более простая математическая модель [2], которая опирается на классическую систему уравнений внутренней баллистики [3] с дополнениями, учитывающими процесс воспламенения и горения ВЗКГ. На основе данной модели была написана расчетная программа на языке программирования Python.

Задача заключалась в том, чтобы для артиллерийского орудия (130 мм танковая пушка унитарного заряжания) с известными конструктивными параметрами ствола получить как можно большую начальную скорость снаряда $v_{\text{д}}$, при условии, что максимальное давление не превышает допустимое давление для ствола данного орудия. Варьируемые параметры: масса и импульс пороха ВЗКГ соответственно ω и $I_{\text{к}}$, масса и импульс насыпной части заряда соответственно $\omega_{\text{нас}}$ и $I_{\text{к нас}}$, массовая доля ингибитора m_b. Для нахождения максимума функции $v_{\text{д}} = f(\omega,\ \omega_{\text{нас}},\ I_{\text{к}},\ I_{\text{к нас}},\ m_b)$ был использован алгоритм Нелдера-Мида из модуля optimize библиотеки SciPy языка программирования Python. В результате расчета была получена скорость $v_{\text{д}} = 1635$ м/с, что на 3% больше дульной скорости снаряда при использовании классического заряда ($v_{\text{д}} = 1580$ м/с). Однако при этом масса метательного заряда увеличилась с 14.9 кг до 19.6 кг.

Необходимо отметить, что расчёты были произведены с использованием значительного ряда допущений, касающихся конвективного горения, поэтому полученный результат нуждается в экспериментальной проверке.

Список литературы

1. Ермолаев Б.С. Конвективное горение и переход к низкоскоростной детонации в пористых энергетических материалах: дис. ... доктора физико-математических наук: 01.04.17. М.: «ТОРУС ПРЕСС». 400 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.

УДК 533.69

ПОДХОД К АВТОМАТИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ АППРОКСИМАЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Стороженко М.Е., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
mestorozhenko@yandex.ru
Научные руководители: Лаптева Л.А., к.т.н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»,
Тищенко Д.Ю., ассистент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

При аэродинамическом проектировании нового изделия специалистам часто приходится обращаться к табличным и графическим данным для определения различных коэффициентов, зависящих от геометрических параметров, параметров среды и условий эксплуатации. В настоящее время разработана библиотека подпрограмм для аэродинамического расчёта [1], в которую вошло большое количество оцифрованных графических зависимостей, однако в них есть недостаток – результаты вычисляются методом линейной интерполяции.

С точки зрения программной реализации прямое обращение к функции исключает поиск интервалов значений при интерполяции, а также способно повысить точность определения значений. К тому же данный подход даёт возможность экстраполяции, если это не противоречит физической сути данной величины.

Зависимости аэродинамических характеристик, коэффициентов и прочих величин, необходимых для аэродинамического расчёта, зачастую имеют сложный вид с множеством точек перегиба, экстремумов, пиков и изломов. Исходя из этого, подбор подходящей аппроксимирующей функции является сложной задачей.

Опорный объект для разработки методики – это зависимость сопротивления давления конической носовой части от числа Маха и её удлинения [2]. Библиотечная функция была дополнена графическими зависимостями для $\lambda=1$ и $\lambda=0.8$ [3]. Выбор данного графика не случаен: при аэродинамическом расчёте летательного аппарата по эмпирико-аналитической методике эта зависимость используется при определении удлинения эквивалентного конуса для носовых частей других форм методом половинного деления, следовательно, обращение к данной функции происходит многократно, даже при единичном расчёте.

Условия оценки пригодности методики: кривые должны проходить максимально близко к опорным точкам, не должны иметь локальных скачков и ступенчатых участков между опорными точками, должны гладко продолжаться вне диапазона, заданного опорными точками.

Требуется подобрать функцию для каждой кривой семейства. Для этого был составлен перечень базовых функций: полиномиальная, степенная, логарифмическая, гиперболическая, различные виды тригонометрических и т.д. Характер базовых функций может не в полной мере соответствовать опорным данным, поэтому используются различные комбинации, полученные посредством суммирования и перемножения функций из составленного перечня. Подбор коэффициентов уравнений проводился с помощью функции *leastsq* библиотеки *scipy* языка программирования *Python*. Оценка конкурирующих решений проводилась с помощью метрик качества, таких как: среднеквадратическая ошибка, средняя абсолютная ошибка, коэффициент детерминации и т.д.

Первоначально функция подбирается для всех точек заданного диапазона. Главный недостаток – несоответствие третьему условию оценки результата. Вне диапазона точек функция ведёт себя хаотично, что исключает возможность экстраполяции. Однако, для более простых зависимостей использование данной методики будет достаточным.

При разработке второй методики для аппроксимации более сложных зависимостей был принят следующий алгоритм действий: каждая кривая семейства разбивается на более простые кривые, к ним, согласно первоначальному подходу, подбирается функция. Было принято решение

реализовать разбиение в точках перегиба, чтобы описать каждую часть наиболее простой функцией. Дополнительным условием для её подбора становится равенство в точках разбиения касательных функций соседних участков. По координатам точек перегиба составляются функции Хевисайда в итоговом уравнении кривой.

Для реализации данной методики использовался язык программирования *Python*. Программный код реализован в модульной системе. Каждый модуль выполняет свою задачу и возвращает результат работы в главный модуль. Описание модулей: *main* – главный модуль, объединяющий и регулирующий работу остальных модулей, модуль 1 – обработка входных данных и формирование интервалов поиска точек перехода, модуль 2 – генерирование начальных данных функций (название, уравнение, коэффициенты, уравнение производной), модуль 3 – подбор коэффициентов функций и оценка сходимости с опорными точками, модуль 4 – создание новой функции посредством суммирования и перемножения базовых функций, модуль 5 – поиск координат точек перехода. Результатом работы программного обеспечения (ПО) является список из *n* функций для каждой кривой из семейства.

Использование разработанной методики на опорной графической зависимости позволило сделать вывод о её корректности. Методика позволяет получить функции для всех кривых семейства с минимальными погрешностями значений и даёт возможность к экстраполяции.

Перспективами разработанного ПО являются: автоматизация выбора используемой методики аппроксимации в зависимости от характера опорных данных (для более простых кривых – первая методика, для более сложных – вторая), расширение перечня анализируемых функций и переход от функции кривой к функции поверхности.

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. М.: Машиностроение, 1973. 615 с.
3. Бураго С.Г., Корнев С.В. Расчёт аэродинамических характеристик манёвренного летательного аппарата: учебное пособие для ВУЗов. М.: Национальный исследовательский университет, 2018. 64 с.

СЕКЦИЯ «РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМА И МЕХАТРОНИКА»

УДК 621.865.8

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИВОДА ДВУХПАЛЬЦЕВОГО СХВАТА С РАЗДЕЛЬНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ПАЛЬЦАМИ

Богатиков К.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
hotbez1@gmail.com
Научный руководитель: Перминова Е.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
Научный консультант: Бошляков А.А. к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Двухпальцевые схваты повсеместно применяются в промышленности в качестве рабочего органа манипуляторов, так как обладают сравнительно простой конструкцией. Они могут быть использованы для выполнения широкого спектра задач за счет возможности спроектировать уникальную конструкцию пальцев для каждой отдельной задачи [1]. Традиционная компоновка привода предполагает использование одного двигателя для обеспечения усилия захвата. При этом, чтобы обеспечить поворот захваченного объекта, используют отдельный привод, чаще всего установленный в руке манипулятора.

Целью работы является проектирования привода на базе планетарного редуктора для двухпальцевого схвата с раздельным управлением пальцами.

В качестве прототипа для составления технического задания был выбран двухпальцевый захват для коллаборативных роботов RG6 отечественной компании “Оснастик”. Спроектированный привод предлагает большее усилие схвата при сопоставимых габаритах.

Новизна работы заключается в особой компоновке привода, которая обеспечит большее усилие сжатия схвата по сравнению с традиционными приводами (до 2-х раз больше) и, одновременно с этим, предлагаемый привод позволяет поворачивать захваченный предмет.

Предлагаемая компоновка всего привода позволяет посредством использования двух идентичных приводов одновременно обеспечить большую силу сжатия схвата, так как оба привода используются для формирования усилия сжатия. В приводе используется два идентичных редуктора, что удешевляет производство и упрощает контроль и техническое обслуживание. Такая конструкция позволяет обеспечить использование более простой конфигурации руки манипулятора, так как одна из степеней свободы будет реализована приводом рабочего органа. Проектируемый привод рассчитан на серийное производство.

В качестве двигателя выбран коллекторный двигатель постоянного тока A-max 26 производства Maxon мощностью 7 Вт. В общем приводе используется два таких двигателя, каждый в составе своего привода. Вместе они будут работать на одну нагрузку, что увеличит надежность привода и уменьшит его стоимость.

Редуктор каждого привода содержит планетарную передачу. Он спроектирован по схеме Джеймса (2k-h) с 4 сателлитами [2] и имеет 5 ступеней с общим передаточным отношением 1024. Для фиксации шестерни на гладком валу двигателя используется клипсовое крепление. Для обеспечения соосности водило соседних ступеней редуктора используются шарики, изготовленные в соответствии с ГОСТ. Применение шариков обусловлено реверсивным характером нагружения и небольших скоростей вращения.

В предложенной компоновке привода пальцы схвата должны иметь зубья для восприятия крутящего момента с привода. Использование зубчатой передачи обусловлено необходимостью обеспечить большую грузоподъемность схвата и надежность привода [3]. Пальцы схвата располагаются на общей оси, что уменьшает габариты конструкции и является важной особенностью предложенного привода.

Привод имеет множество вариаций компоновки, которые обеспечивают различные диапазоны поворота рабочего органа и могут использоваться для решения различных задач. Диапазон поворота схвата во многом зависит от конфигурации пальцев и компоновки передачи выходной вал – палец. В работе представлена компоновка, обеспечивающая углы отработки схвата ±40° и рассчитана на использование в шарнирных, сферических и цилиндрических роботах.

Для обеспечения точности отработки привода используются датчики угловых перемещений K22-J1C1000B4, установленные на выходные валы.

Также привод может иметь различные передачи момента с выходных валов на пальцы схвата, например, ременная, зубчато-ременная, цепная, тросовая. Наиболее перспективной передачей в этом узле является тросовая, так как она позволит расположить редукторы и двигатели ближе к центру масс манипулятора, а следовательно, увеличить грузоподъемность манипулятора. Использование такой компоновки наиболее актуально для малогабаритных, легких и малогрузоподъёмных манипуляторов, например, бытовых мобильных роботов-помощников.

Список литературы

1. Мингазова И.Н. Обзор различных захватов для промышленных роботов манипуляторов // Форум молодых ученых. 2018. №7 (23). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-razlichnyh-zahvatov-dlya-promyshlennyh-robotov-manipulyatorov (Дата обращения: 15.04.2024).
2. Планетарные передачи: справочник. / под ред. докторов техн. наук В.Н. Кудрявцева и Ю.Н. Кирдяшева. Л.: «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1977. 536 с.
3. Перминова Е.А., Буцев А.А., Иванов С.Е., Нарыкова Н.И. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании: учебно-методическое пособие / ред. Городничев В.А.; МГТУ им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский ун-т). М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. 138 с.

УДК 681.587.2

РАЗРАБОТКА МНОГОЗВЕННОГО РОБОТА С МАГНИТНЫМ ЗАЦЕПЛЕНИЕМ

Козлов Т.Ю., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
Timon2907@yandex.ru
Манько А.К., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
Manko576@mail.ru
Научный руководитель: Перминова Е.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
Научный консультант: Гуляев И.А., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Многозвенные роботы – это механические устройства, состоящие из нескольких соединённых между собой звеньев, которые могут выполнять различные задачи, благодаря своей гибкости и манёвренности.

Такие роботы широко используются в промышленности, медицине, автоматизации производства и прочих областях. Они могут выполнять различные задачи: подъём и перемещение предметов, осмотр труднодоступных областей, точное позиционирование, сварка и многие другие.

Роботы, передвигающиеся по вертикальным поверхностям, не распространены в настоящее время, так как имеют ряд недостатков. Во-первых, их конструкция зачастую сложна

и трудно реализуема. Во-вторых, сборка подобных роботов требует дорогого оборудования и деталей.

Решением этих задач может стать многозвенный мобильный робот, предназначенный для передвижения по произвольно-ориентированным поверхностям (вертикальным, наклонным, потолочным) и способный переходить с одной поверхности на другую. Для удержания на вертикальных и наклонных поверхностях робот оснащается двумя сменными захватными устройствами, выполненных на основе электромагнитов. Робот состоит из трех одинаковых в конструктивном исполнении модулей вращения и одного модуля поступательного перемещения, что обеспечивает большую мобильность. Предложенная модульная конструкция позволяет в перспективе наращивать число шарниров, повышая тем самым его маневренные возможности.

Цель работы заключается в разработке многозвенного робота с магнитным зацеплением, а также общей конструкции в целом.

В настоящее время в промышленности существует большое количество работ, выполнение которых опасно или невозможно без участия роботов, например: дефектоскопия стен резервуаров с ядовитым или радиоактивным содержимым, обследование корпусов судов, в том числе ниже ватерлинии, различные операции на большой высоте, очистка фасадов небоскребов. Магнитный тип контактных устройств позволяет экономить энергию, затрачиваемую на фиксацию робота на поверхности, а также предотвращает отрыв робота от поверхности перемещения в случае отключения питания.

В ходе разработки конструкции были рассчитаны параметры редуктора модуля вращения, а также винтовой передачи скольжения модуля поступательного движения робота. Исходя из полученных данных, были разработаны конструкции самих модулей и определена конфигурация робота в целом.

Привод состоит из двигателя, редуктора, датчика угла и ноги шасси. В качестве редуктора используется цилиндрические зубчатые передачи и червячная передача, предотвращающая обратное вращение червячного колеса на случай отключения питания. Датчик угла позволяет определить положение различных модулей робота относительного друг друга.

Подводя итог, можно сказать, что многозвенные роботы имеют достаточно широкий спектр областей применения за счёт модульности и манёвренности. В будущем они смогут заменить человека при выполнении опасных для жизни задач.

Список литературы

1. Сырых Н.В., Чащухин В.Г. Роботы вертикального перемещения с контактными устройствами на основе постоянных магнитов: конструкции и принципы управления контактными устройствами. // Известия РАН. Теория и системы управления. 2019. № 5. С. 163-173.
2. Потапцев И.С., Нарыкова Н.И., Перминова Е.А., Буцев А.А. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании: учеб. пособие, в 2 ч. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. Ч. 2. 82 с.

УДК 621.865

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ, МОТОР-КОЛЕСА И СИСТЕМЫ ПОДВЕСКИ РОБОТА-ДОСТАВЩИКА

Газарян Г.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
georgegazaryan65@gmail.com
Мануйлов П.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
manuilovpavel2003@gmail.com
Комаров И.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
komarovilya.work@yandex.ru
Научный руководитель: Перминова Е.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
Научный консультант: Гуляев И.А., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Робот вертикального перемещения (РВП) предназначен для решения задач доставки полезной нагрузки по вертикальным и наклонным плоскостям, проведения инспекции поверхностей и конструкционных элементов высотных промышленных объектов, муниципальных зданий и корпусов судов и кораблей в сухих доках.

Рабочей средой РВП является сжатый воздух, который подается к нему через пневматические магистрали от внешнего источника. Для установки в рабочее положение используется дополнительный манипулятор.

Для удовлетворения вышеизложенных потребностей РВП, нами был разработан специализированный робот–доставщик, далее «Доставщик». Он предназначен для транспортировки РВП до места развертывания, автоматической установки РВП в рабочее положение, обеспечением сжатым воздухом. Рабочая среда, в количестве достаточном для непрерывного функционирования как РВП, так и Доставщика в течении не менее 30–40 минут, хранится на борту доставщика в баллонах воздуха высокого давления, далее ВВД, (300 бар) из композита. Все подвижные элементы Доставщика работают на сжатом воздухе.

В рамках технического задания были разработаны следующие уникальные узлы конструкции Доставщика РВП: рулевая рейка в сборе с редуктором, мотор-колесо, стойка амортизатор.

Рулевое управление состоит из пневматического двигателя, планетарного двухступенчатого редуктора с тремя сателлитами, передачи рейка-шестерня и рулевых тяг.

В конструкции рулевого управления используется пневматический реверсивный двигатель серии 2AM-ARV-92 мощностью 0,68 кВт. Редуктор планетарный двухступенчатый, спроектирован по схеме Джеймса (2k–h) с тремя сателлитами на каждой ступени; имеет общее передаточное отношение 18. Для обеспечения работоспособности конструкции потребовалось доработать выходной вал двигателя. Вал водила первой ступени поддерживается игольчатым подшипником, вал водила второй ступени с ведущей шестернею опирается на однорядный и двухрядный шарикоподшипники, оси сателлитов установлены во втулки скольжения. Вращательное движение выходного вала редуктора преобразуется в поступательное движение с помощью передачи рейка–шестерня. Шестерня рейки фиксируется на валу стопорным кольцом, вращательный момент передается через шпонку. Рабочий ход рулевой рейки составляет 206 мм и ограничивается двумя фторопластовыми втулками, закрепленными своей фланцевой частью к фланцевой части корпуса рейки.

Рассматривая конструкцию стойки-амортизатора, важно отметить, что главной задачей при ее проектировании была нормализация восприятия радиальных нагрузок, которые составляют 15-20% от осевых при выбранном типе подвески MacPherson. Для решения данной

задачи были приняты следующие конструкторские решения. Увеличенная и усиленная передняя крышка, в которую впрессована бронзовая втулка, выступающая в качестве подшипника скольжения. Удлинённый составной поршень, который обеспечивает большую площадь соприкосновения с гильзой. Также была предусмотрена система торможения в конце хода, осуществленная с помощью особой конструкции ввинчивающихся крышек со включенными в них дросселями. Задняя крышка также включает в себя задачи по креплению всей стойки амортизатора к раме. Снижение уровня вибраций достигается использованием упругой втулки. Для создания обратной связи по положению в конструкцию встроен магнитострикционный датчик линейных перемещений. Увеличение ресурса работы пневмоцилиндра обеспечивается гофрозащитой штока.

В конструкции мотора-колеса используется многооборотный реверсивный пневматический двигатель серии 63-007F08 с мощностью 1,2 кВт. Редуктор планетарный одноступенчатый, с тремя сателлитами на подшипниках скольжения, передаточное отношение– 6. Вал двигателя соединен с редуктором шпоночным соединением, вал редуктора со фланцем колесного диска – шлицевым соединением. Для поддержания фланца и конструкции в целом используется двухрядный радиально–упорный подшипник, способный воспринимать большие нагрузки в процессе движения доставщика, в частности колебания. Вал водила с ведущей шестернею опирается на однорядный шарикоподшипник. Для устранения осевых перемещений подшипников скольжения и качения используются стопорные кольца. На корпусе поворотного кулака предусмотрены места крепления рулевого наконечника и резьбовые отверстия крепления шаровой опоры нижнего рычага.

На данном этапе разработана конструкция трех основных узлов Доставщика: мотор-колеса, рулевого управления и стойки амортизатора. В дальнейшем планируется детальная проработка несущего кузова Доставщика, размещения и крепления управляющей пневматики и электроники, сборки баллонов ВВД, манипулятора-установщика РВП, грузового отсека, механизмов привода крышек и створок [1-3].

Список литературы

1. Перминова Е.А. и др. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании: учебно-методическое пособие / под ред. В.А. Городничева. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. 138 с.
2. Планетарные передачи: справочник. / под ред. докторов техн. наук В.Н. Кудрявцева и Ю.Н. Кирдяшева. Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1977. 536 с.
3. Головин С.И., Жосан А.А., Ревякин М.М. Устройство автомобиля. Ч. 3. Подвеска. Орел: Орловский ГАУ, 2018. 118 с.

УДК 62-523.2

УПРАВЛЕНИЕ РОБОТОМ-ШАРОМ С ПОМОЩЬЮ ЭФФЕКТА МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

Малюков Д.Н., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
dmitr2102@gmail.com
Научный руководитель: Рубцов В.И., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Роботы-шары представляют собой уникальный класс мобильных роботов, которые используют сферическую форму для передвижения. В отличие от традиционных колесных и гусеничных роботов, шаровые роботы способны перемещаться в любом направлении без необходимости поворота. Эти роботы нашли применение в различных областях, включая

исследования в труднодоступных местах, автоматизацию складских операций и даже развлекательную индустрию.

На сегодняшний день существуют различные системы приводов роботов-шаров: маятниковые, гиростатические и др. [1]. В данной работе представлен новый подход к управлению роботами-шарами - использование эффекта магнитной индукции, который может обеспечить более эффективное, точное и гибкое управление движением шарового робота.

Робот состоит из корпуса, трёх внешних неподвижных рамок, закреплённых на корпусе, и трёх внутренних подвижных, размещённых внутри корпуса. На каждой из внешних рамок закрепляется обмотка, на которую подаётся управляемый ток. Также обмотка присутствует и на центральной внутренней рамке, через которую течёт постоянный ток. Центральная рамка является тяжёлой или же дополнительно утяжелённой, стремясь сохранить вертикальное положение.

Принцип движения основывается на том, что робот своими внешними рамками отталкивается от внутренней. Регулируя ток внешних рамок, можно задавать требуемый момент и направление для движения шара в нужную сторону.

Во время выполнения проекта мною была разработана Simulink модель робота-шара. Она состоит из нескольких блоков: блок управления внешними катушками, блок питания внутренней катушки и самой модели шара. Подавая на вход разные сигналы, мы можем управлять током в катушках, заставляя шар вращаться.

В заключение хочется подчеркнуть, что роботы-шары представляют собой перспективное направление в развитии робототехники. Предложенный подход к управлению шаровых роботов является новаторским, поэтому в дальнейшем требуется провести дополнительные исследования и тестирования, чтобы полностью оценить его потенциал и риски.

Список литературы

1. Павловский В.Е., Терехов Г.П. Управление мобильным сферическим информационным роботом с тремя ортогональными маховиками // Спецтехника и связь. 2012. № 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-mobilnym-sfericheskim-informatsionnym-robotom-s-tremya-ortogonalnymi-mahovikami (Дата обращения: 27.04.2024).

УДК 629.1.03

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА МОБИЛЬНОГО РОБОТА НА РОТОРНО-ВИНТОВЫХ ДВИЖИТЕЛЯХ

Плотников Д.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
dima.ploticloud.com@mail.ru
Трандофилов А.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
artemTrand@yandex.ru
Научный руководитель: Перминова Е.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
Научный консультант: Машков К.Ю., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Роторно-винтовые движители (РВД) или шнекороторные движители – это движители, в основе которых лежит винт Архимеда – винт с большой высотой винтовой лопасти, позволяющий врезаться в грунт и таким образом продвигаться дальше. Принцип работы РВД схож с принципом работы винтовой передачи скольжения при неподвижной гайке и свободно вращающемся винте: винт, при подаче на него крутящего момента, может перемещаться вдоль гайки.

Несмотря на успехи конструкторов СССР и других стран в создании машин на РВД [1], шнекоходы не нашли широкого применения в связи с двумя основными недостатками подобной техники: во-первых, данные вездеходы не приспособлены для движения по твердым поверхностям вроде асфальта или бетона. Во-вторых, машины на РВД обладают достаточно низкой скоростью движения.

Однако у такой техники есть неоспоримое преимущество (в том числе над гусеничной техникой) в виде лучшей проходимости при движении по таким деформируемым поверхностям, как снег, битый лед, грязь, болота и т.д. Кроме того, к достоинствам можно отнести амфибийность – возможность перемещаться как по суше, так и по воде без установки дополнительных движителей.

Цель работы заключается в проектировании электромеханического привода мобильного робота на РВД, а также общей конструкции робота.

Сферы применения такого робота обширны: поисково-спасательные работы, обследование труднодоступных мест природных катаклизмов, доставка грузов в труднодоступные места, сельскохозяйственные работы, разведка на поле боя, минирование и разминирование, научно-исследовательские работы и т.д.

В ходе разработки конструкции были рассчитаны ключевые параметры шнеков (диаметр базового цилиндра, высота винтовой лопасти, длина шнека, угол подъема винтовой лопасти, количество витков и профиль винтовой лопасти) [2] для движения мобильного робота массой 15 кг по снегу и битому льду со скоростью 1,5 м/с (5,4 км/ч).

Помимо этого, был проведен энергетический расчет с учетом потребления энергии двигателями, силовой и управляющей электроникой для работы в жестких климатических условиях. По результатам расчета была собрана тяговая аккумуляторная батарея, обеспечивающая около 5 часов непрерывной работы на полной мощности.

На основе сформулированного технического задания были разработаны два варианта конструкции привода и робота с целью дальнейшего сравнения. В обеих конструкциях корпусные детали отливаются из литейного сплава АЛ2 (АК12) [3], что позволяет минимизировать массу. Для упрочнения всех креплений сделаны соответствующие технологические приливы под винты.

Первый вариант конструкции включает в себя симметричный цилиндрический трехступенчатый редуктор закрытого типа, который также является жесткой опорной рамой, соединяющей узлы вращения шнеков с корпусом.

Редуктор предназначен для работы в масляной ванне, сливные отверстия герметично закручиваются магнитными резьбовыми пробками с паронитовыми прокладками, что позволяет легко выводить продукты трения из редуктора.

Такая конструкция требует высокой точности изготовления корпусных деталей привода и соответствующих отверстий для посадки подшипников и двигателей, зато позволяет достичь высокого уровня надежности и долговечности.

Второй вариант конструкции включает в себя две механических передачи, каждая из которых состоит из планетарного редуктора и клиноременной передачи.

Планетарный редуктор, обладающий малой массой и габаритами, необходим для достижения требуемого крутящего момента. Клиноременная передача передает крутящий момент с выходного вала планетарного редуктора, находящегося в корпусе робота, на РВД. Корпус ременной передачи защищает ремень от воздействий внешней среды, а также является опорой для РВД и спроектирован таким образом, что существует возможность использовать сменные ведущие шкивы.

Применение планетарного редуктора, расположенного в корпусе, позволяет избежать использования технологически сложной рамы, используемой в первом варианте, а ременная передача дает возможность варьировать суммарное передаточное отношение привода посредством использования ведущего шкива другого диаметра. Недостаток заключается в необходимости своевременно подтягивать ремень, чтобы избежать проскальзывания.

Первый вариант конструкции надежнее, так как включает в себя меньшее количество элементов, способных выйти из строя. Также этот вариант дешевле, поскольку планетарный редуктор с ременной передачей дороже в изготовлении.

При этом второй вариант выигрывает по габаритам и технологичнее с точки зрения сборки и обслуживания, так как привод состоит из цельных компонентов. Помимо этого, использование ременной передачи позволяет дополнительно настраивать привод в зависимости от условий эксплуатации.

Подводя итог, можно сказать, что оба привода удовлетворяют требованиям, а в ходе разработки были сделаны следующие выводы: во-первых, работа над мобильным роботом с РВД – это поиск компромиссов между минимизацией массы и обеспечением прочности и надежности. Во-вторых, данное направление робототехники слабо развито, практически отсутствуют типовые решения и методики расчета, что дает большой простор для исследований.

Список литературы

1. Колотилин В.Е. и др. Статистическая модель выбора геометрических параметров, массово-инерционных и мощностных характеристик транспортно-технологических машин на роторно-винтовых движителях. // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. 2015. № 3 (110). С. 197-200.
2. Карасева С.А. Расчет основных параметров движителя шнекороторной амфибии. // Электронный научный журнал «Автомобиль. Дорога. Инфраструктура». 2014. № 2 (2). С. 4-6.
3. Перминова Е.А. и др. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании: учебно-методическое пособие. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. 85 с.

УДК 621.833

РАЗРАБОТКА ПРИВОДА ДЛЯ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СПУТНИКОВОЙ АНТЕННЫ

Щербенок М.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
max.shc2003@gmail.com
Научный руководитель: Перминова Е.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
Консультант: Калинин А.В., к.т.н., с.н.с.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В современном мире спутниковая связь играет важнейшую роль в обеспечении коммуникаций в самых различных областях, включая морскую навигацию, связь, дистанционное зондирование Земли и многое другое. Для реализации подобных систем требуется высочайшая точность позиционирования спутниковых антенн, что, в свою очередь, невозможно без эффективных и надежных систем управления.

В данной работе представлена разработка электропривода для позиционирования спутниковой антенны, предназначенного для применения на судах и мобильных станциях спутниковой связи.

Идея проекта заключается в создании компактного и легкого электропривода, который обеспечивал бы высокую точность наведения антенны на спутник, а также плавность работы. Новизна разработки состоит в использовании плоского шагового двигателя, компактного планетарного редуктора и оптимизированной конструкции привода, что позволяет уменьшить габариты устройства и снизить его стоимость.

Привод состоит из двух основных частей: азимутального привода и привода подъема антенны. Азимутальный привод, обеспечивающий вращение антенны по горизонтали, включает в себя плоский шаговый двигатель с высоким моментом удержания и одноступенчатый планетарный редуктор. Привод подъема антенны, обеспечивающий её движение по вертикали,

реализован на базе шагового двигателя и зубчатой передачи. Для контроля ориентации антенны используются датчики положения, а управление приводом осуществляется с помощью микроконтроллера.

Разработанный привод обладает рядом преимуществ по сравнению с существующими аналогами: высокая точность позиционирования достигается благодаря применению шаговых двигателей, редукторов и датчиков положения, что обеспечивает точное наведение антенны на спутник с минимальными погрешностями; плавность работы обеспечивается планетарным редуктором и микрошаговым управлением двигателями, что позволяет исключить рывки и вибрации при движении антенны; компактность достигается за счет использования плоского шагового двигателя, компактного планетарного редуктора и оптимизированной конструкции привода; универсальность системы заключается в том, что она может быть адаптирована для работы с различными типами антенн и использоваться на различных типах судов и мобильных станциях спутниковой связи.

В ходе работы были проведены расчеты и моделирование конструкции привода, а также изготовлен его прототип. Результаты испытаний показали, что привод обеспечивает точность позиционирования антенны на уровне 0,1 градуса, что соответствует требованиям к точности наведения на спутник.

В дальнейшем планируется разработка системы автоматического наведения антенны на спутник с использованием GPS и ГЛОНАСС, а также создание более компактной и легкой конструкции привода [1-3].

Список литературы

1. Перминова Е.А., Буцев А.А., Иванов С.Е. Нарыкова Н.И. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании: учебное методическое пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. 138 с.
2. Иванов М.Н. Детали машин. М.: Высшая школа, 2005. 560 с.
3. Кудрявцев В.Н. Планетарные передачи. Л.: Машиностроение, 1966. 536 с.

СЕКЦИЯ «СТАРТОВЫЕ РАКЕТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ»

УДК 629.7.08

ОТРАБОТКА ГАЗОДИНАМИКИ СТАРТА С ПОМОЩЬЮ СТЕНДА МАЛОГО МАСШТАБА

Воробьева А.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
vorobevaar@student.bmstu.ru
Очнев И.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
ochnevia@student.bmstu.ru
Перегудов Д.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
peregudovdv@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Чугунков В.В., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В рамках деятельности Передовой инженерной школы на кафедре «Стартовые ракетные комплексы» (СМ-8) МГТУ им. Н.Э. Баумана создается стенд малого масштаба для отработки газодинамики старта ракет космического назначения. В докладе приведены результаты анализа возможности решения задач газодинамики старта ракет с помощью маломасштабных стендов. Показана необходимость учета дополнительных коэффициентов подобия для достижения репрезентативных результатов на маломасштабном стенде. Приведен перечень задач, выбранных по результатам проведенного анализа для решения с помощью создаваемого стенда, включая выбор газодинамической схемы, определение обратных токов, уровней эжекции и силовых нагрузок на ракеты и элементы стартовой системы [1]. Отдельно рассматривается одно из потенциальных применений стенда - валидация газодинамических расчетов, что остается актуальной задачей при разработке космичракетных комплексов.

Выполнены анализ требований к стенду и влияние особенностей выделенного помещения на достижимые параметны стенда. Разработаны принципиальная пневмогидравлическая схема и общий вид стенда. Выбраны основные покупные элементы стенда, приведены их назначение и особенности работы. Разработаны конструктивные меры безопасности, включая наличие редуктора давления и предохранительного клапана. Рассмотрено моделирование струи с водоподачей и система контроля параметров воздуха. Приведены общие виды основных вновь разработанных элементов стенда: дозвуковой и сверхзвуковой частей, опорной конструкции, и одного из вариантов модели стартового сооружения с патрубками для водоподачи. Предлагаемая конструкция стенда позволяет моделировать струи с водоподачей и без нее, а также обеспечивает безопасностьпроведения экспериментов и достаточную для выбранных задач точность измерений.

Список литературы

1. Бирюков Г.П., Бут А.Б., Хотулев В.А., Фадеев А.С. Газодинамика стартовых комплексов. М.: РЕСТАРТ, 2012. 214 с.

УДК 629.3.027.6

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ ПОСАДКИ ПЕРВОЙ СТУПЕНИ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ

Ильин М.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
ima19m243@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Ломакин В.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В докладе приведены результаты проектирования конструктивной схемы посадки первой ступени перспективного ракеты-носителя и анализа результатов расчета двух вариантов расчетной модели. Показаны краевые расчетные случаи и выполнение заданных ограничений при критических положениях посадки ступени. Приведен перечень ограничений, выбранных по результатам проведенного расчета для посадки ступеней другой ракеты-носителя. Рассматривается построение модели в программном комплексе SADAS [1], а так же характеристики пневмо-гидравлического амортизатора [2] при разных расчетных случаях для двух вариантов расчетной модели.

Выполнен анализ требований успешной посадки ракеты-носителя и диапазон допустимых значений величин хода штока амортизатора, скорости посадки и нагружения ступени. Разработаны конструктивная схема посадки ступени. Разработаны две расчетные модели посадки с учетом особенностей характеристик пневмо-гидравлических амортизаторов в каждом из них. Приведен анализ результатов расчета всех случаев посадки ступени и выбран наиболее рациональный вариант исполнения посадочной опоры, который максимально приближенно описывает реальный процесс посадки ступени. Предлагаемая конструкция посадочной опоры и характеристики пневмо-гидравлического амортизатора позволяют моделировать посадку первой ступени ракеты-носителя, а также обеспечивает выполнение поставленной задачи.

Список литературы

1. Абакумов В.С., Зверев В.А., Ломакин В.В., Люкевич Н.В., Ульяненков А.В. Строительная механика несущих конструкций и механизмов стартового оборудования: методическое пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. 23 с.
2. Забегаев А.И., Дмитриев С.Н., Тушев О.Н. Расчетно-экспериментальная отработка систем амортизации пневмогидравлического типа. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 52 с.

УДК 629.7.08

АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ КАБИНЫ РЕЛЬСОВОЙ СИСТЕМЫ ЭКСТРЕННОЙ ЭВАКУАЦИИ КОСМОНАВТОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ УДАРНОЙ ВОЛНЫ

Шиловская Д.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
shilovskayadd@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Игрицкий В.А., к.т.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Для обеспечения быстрой и безопасной эвакуации космонавтов и помогающего им персонала в момент посадки в пилотируемый транспортный корабль необходимо развитие существующих систем экстренной эвакуации (СЭЭ), а также разработка новых СЭЭ при создании перспективных ракетно-космических комплексов [1]. Одним из перспективных вариантов таких систем являются беспересадочные рельсовые СЭЭ, которые позволяют быстро и безопасно эвакуировать экипаж и помогающий им персонал. Рациональной траекторией

движения для таких систем является брахистохрона, которая в нижней точке своей кривой переходит в горизонтальную или почти горизонтальную прямую [2].

В докладе представлена конструктивная схема и математическая модель кабины рельсовой СЭЭ, предназначенной для изучения её взаимодействия с ударной волной в случае взрыва ракеты на старте. В качестве математической модели был выбран жесткий стержень, связанный с весомыми колесами с помощью амортизаторов, состоящих из демпферов и пружин. Для предотвращения схода кабины с рельсов под воздействием ударной волны предусмотрены контррельсы, которые удерживают колесо кабины при её перемещении вверх и не дают ей опрокинуться.

В проведенном анализе движения кабины рельсовых беспересадочных СЭЭ было проведено исследование поведения кабины при воздействии на неё ударной волны в первом приближении, а также составлены конструктивная схема и математическая модель. В дальнейшем предполагается создание программного обеспечения для отработки системы амортизации.

Список литературы

1. Игрицкий В.А., Иванов А.Г., Шиловская Д.Д. Внутренняя компоновка капсул перспективных систем экстренной эвакуации со стартовых комплексов ракет космического назначения // XLVII Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства (Москва, 24–27 января 2023 года): сборник тезисов. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. Т. 2. С. 274-276.
2. Игрицкий В.А. Анализ возможностей создания беспересадочных систем экстренной эвакуации с высотных агрегатов стартовых комплексов ракет космического назначения // Инженерный журнал: наука и инновации. 2022. В. 4. DOI: http://dx.doi.org/10.18698/2308-6033-2022-4-2173.

СЕКЦИЯ «РАЗРАБОТКА КОЛЕСНЫХ МАШИН»

УДК 629.3.027.3

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЛИКА КОМПОЗИТНОЙ РЕССОРЫ ЗАДНЕЙ СИСТЕМЫ ПОДРЕССОРИВАНИЯ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ ПОЛНОЙ МАССОЙ 3500 КГ

Лиджеев Д.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
lidzheevdv@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Евсеев К.Б., д.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В настоящее время изделия из полимерных композиционных материалов (ПКМ) широко применяются в авиастроении и ракетно-космической отрасли. В автомобильной промышленности ПКМ используются сравнительно реже, но, тем не менее, тоже часто. На текущий момент существует большое количество работ, в частности, касающихся исследования свойств упругих элементов из ПКМ для применения в системах подрессоривания колесных машин [1].

Детали, выполненные с применением ПКМ обладают рядом преимуществ по сравнению с металлическими аналогами. Так, они не подвержены коррозии, имеют меньший и вес, и вместе с тем, большую удельную прочность. Также существует возможность «программирования» свойств изделия с учетом его целевой эксплуатации. Кроме того, некоторые упругие элементы, выполненные из ПКМ, помимо упругих свойств могут также обладать демпфирующими свойствами [2].

Рассмотрен вопрос использования рессоры из ПКМ для автомобиля-аналога, имеющего зависимую систему подрессоривания с металлической малолистовой рессорой (3 листа). Масса одной такой рессоры составляет 35 кг. Учитывая полную массу автомобиля, его неподрессоренную массу, приходящуюся на заднюю ось, по формуле **Ошибка! Источник ссылки не найден.** можно вычислить жесткость упругого элемента:

$$c_п = 2\pi^2 f_z^2 m_{2max}^{пм} \quad (1)$$

где f_z – собственная частота колебаний подрессоренной части колесной машины;
$m_{2max}^{пм}$ – максимальная подрессоренная масса, приходящаяся на заднюю ось.

Для определения хода упругого элемента при статической нагрузке используется зависимость **Ошибка! Источник ссылки не найден.**:

$$h_{z_п}^{стат} = \frac{g}{4\pi^2 f_z^2} \quad (2)$$

В результате вычислений была определена жесткость упругого элемента, требуемый приведенный коэффициент жесткости которой составляет 107,5 Н/мм и статический ход $h_{z_п}^{стат}$=91 мм. Для определения конструкции рессоры из ПКМ в первом приближении проводится проектировочный расчет металлической рессоры, размеры которой будут взяты за основу для определения внешнего облика рессоры из стеклопластика. Так, по результатам расчетов длина рессоры составляет 1205 мм, статический прогиб – 90,5 мм, суммарная толщина трех листов – 39 мм.

Далее с учетом унификации металлической и композитной рессоры разрабатывается модель рессоры из стеклопластика, состоящей из 6 однонаправленных наборов слоев толщиной по 6 мм и углами армирования 0, 45, -45, 90, 0 градусов. Используются однонаправленные слои, т.е. композитный материал является монотропным, поэтому для оценки его механических свойств задаются пять независимых коэффициентов, характеризующих упругие свойства материала.

Рессору из стеклопластика можно получить несколькими способами. Известно изобретение [3], предлагающее выполнение рессоры из препрега, каждый слой которого выполнен из стеклоткани, пропитанной эпоксифенольной смолой ЭП-5122. Недостатками такого способа является повышенная трудоемкость и стоимость изготовления.

В качестве альтернативного способа предлагается изготавливать рессору из ПКМ намоткой. На вращающуюся оснастку овальной формы подаются пропитанные смолой нити из стекловолокна, при этом угол укладки слоев регулируется с помощью подачи. Также таким способом можно достичь поперечного расположения слоев, т.е. слои будут ориентированы вдоль рессоры под углом 90 градусов. Такой ориентации слоев можно добиться с помощью подкладывания ткани в процессе намотки. После окончания намотки заготовку отправляют в пресс-форму для придания ей требуемой конфигурации и удаления лишнего связующего.

В целях отработки технологии создания рессоры из ПКМ при формировании технического облика рессоры из стеклопластика предлагается использовать оптимизацию ее слоев в программном комплексе конечно-элементного анализа. Оптимизацию возможно проводить поэтапно. Первым этапом будет определение толщины рессоры. На данном этапе определяется топология изделия с учетом задаваемой толщины композитного изделия. На втором этапе проводится оптимизация размеров с учетом дискретности слоев композита. Также на данном этапе накладываются ограничения, связанные с технологией изготовления рессоры. Третьим этапов является оптимизация углов укладки слоев. Заключительный этап оптимизации заключается в определении оптимального распределения углов укладки слоев.

В результате проведения исследования был сформирован технический облик композитной рессоры из стеклопластика, который впоследствии может быть оптимизирован для достижения требуемых механических характеристик и обеспечения заданных прочностных свойств. Предложен способ изготовления композитной рессоры методом намотки, являющийся достаточно технологичным и обладающий сравнительно небольшой трудоемкостью.

Список литературы

1. Kotadiya A. Analysis and size optimization of composite leaf spring using FEA // International Journal of Advance Research in Engineering, Science and Technology. 2016. V. 3. I. 5. pp. 109-115.
2. Zou X., Zhang B., Yin G. Analysis of stiffness and damping performance of the composite leaf spring // Scientific reports. 2022. № 12. DOI:10.1038/s41598-022-11055-5.
3. Васильев В.В., Разин А.Ф., Даштиев И.З., Сисаури В.И. Рессора из композитных материалов. Патент № 2600970 C1. Российская Федерация. Заявл. 17.08.2015. Опубл. 27.10.2016.

СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ»

УДК 621.7.08

КОМПЕНСАЦИОННЫЕ ПРОГРАММЫ КАК МЕТОД БОРЬБЫ С ДЕФОРМАЦИЯМИ НА АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Алекперов Э.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Ракетно-космическая техника»
aes.co@ yandex.ru
Осколкова А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
hidrrgium.osk.1@gmail.com
Научный руководитель: Филимонов А.С., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Для устранения температурных деформаций существуют современные программные средства, основанные на анализе данных о дефектах с номинальными CAD-моделями объектов. Данные о деформациях могут быть получены двумя методами: программный расчёт деформаций объекта и информация о фактических деформациях объекта после изготовления.

Программы, основанные на предсказании деформаций за счёт анализа отклонений математической модели от номинальной, обычно используются как дополнительные модули в программах-слайсерах для печати металлическими (SLM) или полимерными (SLS) порошками. На мировом рынке такие модули реализуются в программах: ANSYS Additive Print© (США), Oqton Amphyon Predeformation© (Германия), VoxelDance Additive© (Китай), Materialise Magic Simulation© (Бельгия), Autodesk NetFabb© (Германия), Simufact Additive© (Германия) и др. Принцип работы основан на расчёте вероятных деформаций и адаптации заготовки таким образом, чтобы минимизировать отклонения от номинальной модели ещё до процесса производства: правильное расположение объекта в рабочей зоне печати, оптимизация поддержек, автоматическое построение траектории печати рабочего органа принтера. Использование таких методов предотвращения дефектов повышает вероятность печати объекта с минимальными отклонениями, но не гарантирует её.

Большую уникальность на мировом рынке имеют компенсационные программы, представленные двумя продуктами: Redditive.Compensation© (Россия) и Volume Graphics Mesh Compensation© (Германия). Они поддерживают работу с отклонениями при использовании различных аддитивных технологий.

Алгоритм программы анализирует фактическую модель изделия с цифровой CAD-моделью этого объекта и на основании этих данных строит предеформированную модель, предоставляющей доступ для повторной печати без отклонений.

Предеформация модели – это изменение геометрии объекта, компенсация деформаций, за счёт инвертирования отклонений деформированной модели, появившихся в процессе производства, относительно нормалей номинальной модели.

В отечественной программе Redditive.Compensation© такой алгоритм реализован на основе нейросети, и его работа состоит из нескольких шагов: импорт фактической и номинальной моделей, создание деформированной модели на основе поверхности сравнения импортированных моделей, создание предеформированной модели, экспорт и повторная печать с минимальными отклонениями [1].

Наиболее оптимальные методы неразрушающего контроля для получения цифровой копии фактической модели – это 3D-сканирование или компьютерная томография.

После импорта моделей в программу создаётся *поверхность сравнения*, где визуализируются отклонения в соответствии с требуемыми допусками. Алгоритмы игнорируют

любые технологические отклонения, не связанные с температурными деформациями, тем самым исключая дефекты после постобработки, снятия поддержек или неверных настроек печати.

Далее работа ведётся только с поверхностью сравнения и номинальной моделью. Облако точек на поверхности исходной модели, дискретизацию которых можно задать в настройках, искажается в соответствии с поверхностью сравнения, формируя цифровую *деформированную модель*, где учитываются только температурные деформации.

Финальным шагом работы в Redditive.Compensation© является создание *предеформированной модели* и её экспорт. Она рассчитывается посредством инвертирования отклонений деформированной модели относительно номинальной.

Полученной модели важно обеспечить высокую *повторяемость производственного процесса*: с теми же настройками печати и поддержек, используемым материалом, расположением объекта в рабочей области принтера и постобработкой, что и первая фактическая модель с деформациями. В таком случае гарантируется успех печати с первого раза.

Таким образом, компенсационные программы имеют достаточно большую актуальность для производства. Они просты в использовании, при этом снижают трудоёмкость постобработки и экономят время и средства изготовления деталей. Такие программные решения позволяют достичь высокой точности изделий при внедрении в массовое производство, поддерживая широкий спектр аддитивных технологий.

Список литературы

1. REDITIVE.COMPENSATION программное обеспечение для увеличения точности 3D-печати / ООО «КБ РЭДИТИВ». // Аддитивные технологии. 2023. № 2. С. 6–10. URL: https://additiv-tech.ru/archive (Дата обращения 10.05.2024)

УДК 623.445.1:519.63

АНАЛИЗ СТОЙКОСТИ БРОНЕЭЛЕМЕНТОВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ УДАРНИКА SS109

Белозеров В.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
belozerovvladislav1@gmail.com
Научный руководитель: Колпаков В.И., д.т.н. профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В настоящее время для защиты от поражающих элементов применяют широкий круг противопульных структур. Броневую структуру, поверхностная плотность которой не превышает 50…80 кг/м^2, называют легкой броней, её применяют в средствах индивидуальной бронезащиты, в частности, в бронежилетах [1]. Средства индивидуальной бронезащиты должны обладать минимальной возможной массой при сохранении эксплуатационных свойств. Это требование является причиной применения комбинированных структур, состоящих из различных материалов.

Развитие современных средств вооружений обуславливает применение высокоэнергетических поражающих элементов с высокой проникающей способностью, поэтому проектирование защитных структур, рассчитанных на их воздействие является актуальной задачей [2].

На данный момент наблюдается тенденция отказа от использования малоэффективных и весьма тяжёлых металлических бронепанелей в пользу перспективных керамико-композитных материалов.

Определение параметров бронеэлементов можно проводить с использованием прикладных программ численного моделирования, например, таких, как ANSYS / Autodyn. В качестве ударника была выбрана пуля SS109 американской винтовки M16/A2,

характеризующаяся высокой проникающей способностью. Конкретные расчеты проводились в двумерной осесимметричной постановке в эйлеровых координатах с использованием упругопластической модели среды, описывающей поведение взаимодействующих тел [3].

Проанализировав полученные при расчете данные, можно прийти к выводу, что для противостояния поражающему элементу с высокой проникающей способностью толщина однослойного металлического пакета, изготовленного из броневой стали 44С ($\sigma_в = 2{,}0$ ГПа), должна быть не меньше 6 мм, что соответствует поверхностной плотности 46,80 $кг/м^2$, в то время как, однослойная броня из титанового сплава ВТ23 ($\sigma_в = 1{,}3$ ГПа) должна иметь толщину не менее 11 мм, что соответствует поверхностной плотности 49,72 $кг/м^2$.

Среди выдерживающих взаимодействие с ударником пакетов с лицевым слоем из керамики и подложкой из кевлара наименьшая суммарная поверхностная плотность бронезащиты наблюдается при толщинах 6 мм (корунд) / 5 (кевлар), 7 мм (карбид бора) / 6 мм (кевлар), 7 мм (карбид кремния) / 8 мм (кевлар), что соответствует суммарной поверхностной плотности 31,19 $кг/м^2$, 25,5 $кг/м^2$, 32,60 $кг/м^2$.

Проведенные расчёты показывают, что применение двухслойных керамокомпозитных пластин в качестве бронезащиты от поражающих элементов с высокой проникающей способностью позволяет значительно снизить массу по сравнению с однослойной защитой, изготовленной из современных броневых сплавов.

Так, применение пакета из корунда и кевлара позволяет снизить поверхностную плотность бронезащиты в 1,5 раза по сравнению с броневой сталью 44С и в 1,59 раза по сравнению с титановым сплавом ВТ23. При использовании пакета из карбида бора и кевлара поверхностная плотность уменьшается в 1,84 раза по сравнению с броневой сталью 44С и в 1,95 раза по сравнению с титановым сплавом ВТ23. А двухслойная бронезащита из карбида кремния и кевлара – в 1,44 раза по сравнению с броневой сталью 44С и в 1,53 раза по сравнению с титановым сплавом ВТ23.

Особый интерес представляет собой задача исследования свойств зарубежных образцов бронезащиты, лицевая сторона которых изготовлена из карбида бора, а тыльная из композиционного материала на основе ткани из сверхмолекулярных полиэтиленовых волокон (СВМПЭ). Параметры такой бронезащиты составляют: 9 мм (карбид бора) / 6 мм (композиционного материала). Поверхностная плотность пакета составляет 28,2 $кг/м^2$.

Исследование данного образца защиты проводилось для определения ударной стойкости бронеэлемента зарубежного образца. По результатам выполненных расчетов, данный тип бронезащиты показал высокую стойкость к ударному воздействию пули SS109. Таким образом, композиционный материал на основе СВМПЭ волокон может быть использован в качестве тыльного слоя в элементах бронезащиты. Так как данный материал обладает меньшей плотностью по сравнению с кевларом, то применение данного материала может снизить суммарную поверхностную плотность бронепакета.

Список литературы

1. Кобылкин И.Ф., Селиванов В.В. Материалы и структуры легкой бронезащиты: учебник. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 191 с.
2. Харченко Е.Ф. Композитные, текстильные и комбинированные бронематериалы. Т. 1. Механизмы взаимодействия с баллистическими поражающими элементами / Е.Ф. Харченко, А.Ф. Ермоленко. М.: ОАО «ЦНИИСМ», 2013. 294 с.
3. Колпаков В.И., Васильева Т.В. Численное моделирование внедрения компактного ударника в комбинированную преграду из композиционных материалов: методические указания к лабораторной работе. М.: Изд-во НУК ИУ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. 24 с.

УДК 621.77.04

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА FDM-ПЕЧАТИ ВОЗДУХОВОДА ИЗ ПОЛИЭФИРЭФИРКЕТОНА

Виноградова И.К., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
hhqqrs.bmstu@mail.ru
Каткова Е.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Ракетно-космическая техника»
katkovaed@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Абашин М.И., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
abashin@bmstu.ru

Печать полимерными материалами все больше оправдана во многих отраслях промышленности, в том числе в авиационной и космической технике – аддитивные технологии (АТ) давно используются не только с целью прототипирования или оснастки, но и для изготовления полнофункциональных изделий [1]. Для печати средненагруженных элементов конструкций, которые могут работать при повышенных температурах, активно применяются технологии FDM-печати с использованием конструкционных теплостойких термопластов, наиболее многообещающим из которых выступает полиэфирэфиркетон (ПЭЭК). Интервал его рабочих температур от -150°С до 270°С, в пределе которых он не теряет свои физико-механические свойства, а при верхней границе может работать свыше 50 тыс. часов.

При печати высокотемпературными материалами стоит проблема нестабильности процесса, отклонения геометрических параметров от компьютерной модели (коробление, усадка). Существуют определенные технологические подходы для их нивелирования как, например, подогрев стола и камеры печати; варьирование времени печати слоя; варьирование температуры подслоя и толщины слоя; изменение траектории выращивания [2].

Объектом исследования выбран воздуховод, являющийся частью системы охлаждения производственной линии. В качестве материала целесообразно использовать ПЭЭК, так как его свойства, как высокотемпературного пластика, удовлетворяют условиям эксплуатации.

Для выбора режима печати воздуховода, удовлетворяющего требованиям герметичности, прочности и точности геометрии изделия, предварительно были определены геометрические параметры образцов для исследований на межслоевую когезию методом 3-х точечного изгиба. Печать образцов выполнялась на промышленном 3D принтере Intamsys Funmat HT при разных температурах и толщине слоя. Наибольшей прочностью обладали образцы, напечатанные при температуре 450°С и толщине слоя 0,15мм.

Был разработан технологический процесс печати воздуховода:

1. Сушка филамента. Сушить филамент в индукционной печи при температуре 150°С в течение 5 часов
2. Подготовка оборудования.
3. Заправка филамента. Установить филамент в сухой кейс или разместить осушитель внутри камеры подачи материала
4. Прогрев принтера. Прогреть принтер до температуры 160`С
5. Печать.
6. Изъятие печатных образцов. Удалить изделие сразу по завершении печати/
7. Термообработка печатных образцов. Выполнить термообработку в индукционной печи.

Готовый воздуховод был испытан на герметичность пузырьковым методом контроля, в ходе которого при подаче рабочего давления 2атм. не было обнаружено протечек. Напечатанное изделие удовлетворяет требованиям герметичности.

ПЭЭК имеет ряд технологических ограничений, среди которых высокая анизотропия полученных изделий, высокий уровень остаточных напряжений, сниженная прочность деталей в направлении, перпендикулярном плоскости выращивания. Для повышения технологичности материала используют нуклеатизирующие добавки, например, наночастицы (углеродными нанотрубками (УНТ)). Нанотрубки могут выступать в качестве функциональных добавок, например, изменять степень кристалличности полимера, выступая в качестве центров кристаллизации; изменять электропроводность

Был проведен эксперимент по нуклеированию исходных гранул материала, в ходе которого на двухшнековом экструдере были добавлены УНТ в различном массовом соотношении: 0,2%, 0,5%, 2%. Изготовленный гранулят был подвергнут дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) с целью определения влияния содержания нанотрубок на температуру стеклования, температуру кристаллизации и температуру плавления.

Исследование показало, что введение УНТ не изменяет температуру плавления материала, но влияет на степень кристалличности полимера, которая растет с увеличением содержания УНТ. Также наблюдается уменьшение диапазона температуры стеклования в образцах с нанотрубками и снижение температуры размягчения. Данное обстоятельство позволяет сделать предположение о возможности получения более высокой межслоевой когезии при печати более крупных изделий модифицированным материалом за счет снижения температуры размягчения (и как следствие температуры подслоя), которая является важным фактором, обусловливающим прочность изделий, полученных методом FDM.

Список литературы

1. Кондрашов С.В., Пыхтин А.А., Ларионов С.А., Сорокин А.Е. Влияние технологических режимов FDM-печати и состава используемых материалов на физико-механические характеристики FDM-моделей // ТРУДЫ ВИАМ. 2019. № 10. (82). С. 34–49.
2. Ахмедов Ш.Д., Бойко А.Н. Модернизация устройства трехмерной печати для расширения рабочего температурного диапазона // Международная конференция «Инновационные подходы к решению технико-экономических проблем» (Москва, 02 июня 2020 года): сборник трудов. М.: МИЭТ. С. 130-136.

УДК 623.445.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТИПОВЫХ УДАРНИКОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ЗАЩИТНЫМИ СТРУКТУРАМИ.

Головина Н.А. студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
golovinana@student.bmstu.ru
Королев С.Е. студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
korolevse@student.bmstu.ru
Лобыня М.А. студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
lobyynyama@student.bmstu.ru
Сова А.П. студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
sovaap@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Галиновский А.Л., д.п.н., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
galcomputer@mail.ru

Существует шесть основных классов защитной структуры бронеодежды в соответствии с ГОСТ 34286–2017. В зависимости от поставленных задач осуществляется подбор защитных

структур в соответствии с данной классификацией. Классы Бр1, Бр2 и Бр3 предназначены для защиты от стрельбы из пистолетов калибром до 9-мм монометаллическими снарядами, Бр4 от стрельбы из разнокалиберных (5,45-мм, 7,62-мм) автоматов, а класс Бр5, в свою очередь, должен защищать от воздействия снайперских винтовок среднего калибра. В случае класса Бр6 обеспечивается самый высокий уровень защиты, позволяющий заблокировать выстрел из крупнокалиберной снайперской винтовки [1].

Основным критерием определения класса защитной структуры является ее стойкость к высокоскоростному взаимодействию с предполагаемыми ударниками различных систем [2,3]. С целью оценки эксплуатационных свойств защитных структур на базе керамического материала и высокопрочной броневой стали для ударников систем СВД (Б-32 D=7,62 мм) и АК-74 (D=5,45 мм) было проведено численное моделирование их высокоскоростного взаимодействия в программном комплексе ANSYS/autodyne. Рассматривались комбинации защитных структур такие как: однослойная пластина из бронестали Armox 500, двухслойный пакет из стали Armox 500, в комбинации как с полиэтиленом высокой плотности, так и с кевларом, а также карбид кремния и полиэтилен высокой плотности.

Для решения задачи моделирования керамического материала были использованы Эйлеров и Эйлера-Лагранжев методы численного решения, которые дали сопоставимые результаты. В свою очередь Эйлера-Лагранжев метод также позволил оценить межслоевые разрушения керамики и продемонстрировал характерные механические деформации материала.

Полученные результаты также позволяют заметить, что защитные элементы, изготовленные из высокопрочной стали и кевлара обладают более высокой ударной стойкостью по сравнению с элементами из стали с полиэтиленом высокой плотности. Вместе с тем одним из главных преимуществ использования полиэтилена является его более высокая влагостойкость по сравнению с кевларом. Поэтому представляется целесообразным использование такого материала в рамках защитных структур более низкого класса бронезащиты.

Важно отметить, что в процессе создания и реализации математической модели было сделаны определенные допущения и использовались эмпирические зависимости. С учетом этого достоверность полученных результатов возможно определить по результатам проведения экспериментальной проверки.

Список литературы

1. Григорян В.А., Кобылкин И.Ф., Маринин В.М., Чистяков Е.Н. Материалы и защитные структуры для индивидуального и локального бронирования. М.: РадиоСофт, 2008. 406 с.
2. Алексенцева С.Е. Ударно-волновые процессы взаимодействия высокоскоростных элементов с конденсированными средами: автореферат дис. ... доктора технических наук: 01.04.17. / Сам. гос. техн. ун-т. Самара, 2015. 43 с.
3. Кобылкин И.Ф., Селиванов В.В. Материалы и структуры легкой бронезащиты: учебник. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 191 с.

УДК 621.91.02

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОВЕРХНОСТИ ОТРЕЗНЫХ АБРАЗИВНЫХ ДИСКОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ

Музафарова А.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
muzafarovaad@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Галиновский А.Л., д.п.н., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Отрезные абразивные диски (ОАД) широко применяются в различных отраслях промышленности и строительства, а также являются неотъемлемой частью многих

производственных процессов. Согласно ГОСТ 21963-82 выделяют семь классов ОАД. Выбор конкретного класса диска зависит от материала, который нужно разрезать, и требуемой скорости резки. Класс 1 предназначен для отрезки изделий из металла температурой не более 600 °С (общего назначения), класс 2 - для изделий из горячего металла температурой более 600 °С, класс 3 - для бесприжоговой отрезки металла, класс 4 - для титановых сплавов, класс 5 - для магнитопроводов, класс 6 - для стекла, а класс 7 - для неметаллических материалов. Каждый класс включает в себя несколько типов дисков, отличающихся размерами, твердостью абразива и другими характеристиками.

С целью оценки эксплуатационных свойств режущего инструмента было проведено исследование по разработке методов анализа ОАД. За основу взяты натурный эксперимент по разрезанию прямоугольного образца и ультраструйная диагностика по оценке уноса материала с поверхности ОАД [1]. Данное исследование позволило вывести два критерия качества ОАД: коэффициент эффективности резания и коэффициент износостойкости.

Полученные результаты также показали, что ввиду небольшого диаметра существующие ОАД не могут быть полностью использованы по своему техническому назначению. В связи с этим была разработана технология изготовления собственных композитных ОАД большего диаметра, а также выдвинута гипотеза о том, что волнистая (синусоидальная) форма диска подобная форме зубчатых фрез позволит обеспечить большую скорость резания, более гладкую поверхность после обработки и меньший износ инструмента.

Для изготовления дисков использовались абразивная сетка из стекловолокна, гранатовый песок и эпоксидное связующее. В качестве технологических процессов применялись вакуумное формование и формование давлением. Метод пропитки под давлением позволил уменьшить расход используемого связующего, а также снизить пористость поверхности дисков.

Проведение натурного эксперимента и ультраструйной диагностики с дисками большего диаметра, а также аналогичных экспериментов с дисками круглой и синусоидальной формы позволит подтвердить или опровергнуть выдвинутые ранее предположения. Кроме того, полученные результаты позволят оценивать ОАД с разными геометрическими параметрами поверхности, изготовленные по разным технологиями и с применением различных материалов.

Список литературы

1. Мартысюк Д.А., Каткова Е.Д., Музафарова А.Д., Михайлов А.А. Разработка методов анализа эксплуатационных свойств отрезных абразивных дисков. // Энциклопедический справочник. 2024. № 6. DOI: 10.31044/1994-6260-2024-0-6-28-36.

УДК 621.924.93

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ КАВИТИРУЮЩИХ И ПУЛЬСИРУЮЩИХ СТРУЙ ДЛЯ ГИДРОРЕЗАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Прохоров Н.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
proxorov3333@mail.ru
Научный руководитель: Колпаков В.И., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Добавление абразива в струю при операции гидрорезания позволяет резать твердые и труднообрабатываемые материалы значительной толщины, например, сталь толщиной до 200 мм или натуральный камень толщиной свыше 50 мм. Однако существенным недостатком применения абразива является довольно низкая стойкость и ресурс струеформирующего тракта, а также дороговизна и сложность его изготовления. В зависимости от давления воды и количества абразива срок службы струеформирующего тракта не превышает сотни часов непрерывной резки [1]. Его износ приводит к нестабильном результату и изменению

изначальных параметров гидроабразивной обработки. В связи с этим актуальной задачей является нахождение способов увеличения срока службы струеформирующего тракта установок для гидроабразивной обработки.

В работе [2] было показано, что применение пульсирующей струи при прошивке диска из сплава АМг6 позволяет достичь той же эффективности, что и использование классической гидроабразивной струи с 24-28%-ным массовым содержанием абразива. Можно также предположить, что аналогичного эффекта получится добиться, используя кавитирующую струю, так как размеры промежутков между элементами пульсирующей струи в указанной работе близки к размерам пузырьков воздуха в кавитирующей струе. Используя пульсирующую или кавитирующую струю вместо классической абразивной суспензии, получится существенно увеличить стойкость и ресурс струеформирующего тракта, что приведёт к увеличению его срока службы.

В работе был проведён анализ существующих способов создания пульсирующих и кавитирующих жидкостных струй и предварительно оценена их эффективность и возможность применения при операции гидрорезания металлических конструкций. Наиболее подходящими оказались следующие способы:

- применение сопла пульсирующе-кавитационного действия;
- применение вращающегося диска с отверстиями;
- применение гидродинамического кавитатора-смесителя;
- добавление в жидкость, находящуюся под высоким давлением, воздуха;
- добавление в жидкость, находящуюся под высоким давлением, частичек твёрдых веществ.

Далее были разработаны физико-математические модели выбранных способов и методики их расчёта численными методами механики сплошной среды в программном комплексе ANSYS / Autodyn. В качестве модели поведения преграды и частиц твёрдых веществ была принята модель идеальной упругопластической среды. Для описания разрушения элементов преграды под действием высокоскоростной гидроабразивной струи по схеме с применением вращающегося диска использовался критерий предельных пластических деформаций типа Смирнова-Аляева. Для описания воды использовалось полиномиальное уравнение, а для описания воздуха – уравнение идеального газа. Поведение глицерина и масла описывалось ударной адиабатой, а льда – линейной баротропная зависимостью и моделью прочности Джонсона-Кука, позволяющей учесть низкую температуру льда и изменение прочности в зависимости от температуры [3].

После разработки компьютерных моделей рассматриваемых способов был проведён расчёт и анализ результатов. Для определения эффективности проводилось сравнение времени прошивки преграды по выбранным способам со временем прошивки при использовании обычной водной и/или гидроабразивной струи. Также учитывалось качество полученного отверстия и сложность и дороговизна реализации способа.

Было получено, что применение вращающегося диска с отверстиями увеличивает скорость прошивки преграды на 25% в сравнении с обычной водной струёй, применение водомасляной смеси – на 5,8%, водоглицериновой смеси – на 26,1%, а водовоздушной смеси – на 59,4%, что равносильно использованию 17-24% абразива. Введение в струю 20% льда или полиамида по массе примерно равно применению 11% и 8% абразива в суспензии соответственно. Применение сопла пульсирующе-кавитационного действия не показало достаточной эффективности при рассматриваемых параметрах процесса гидрорезания.

Приняв во внимание качество полученных отверстий и сложность и дороговизну реализации способов был сделан вывод, что способ создания кавитации путём введения в струю, находящуюся под высоким давлением, воздуха является оптимальным при модификации струеформирующей системы для операции гидрорезания металлических конструкций. Была предложена конструкция режущей головки, позволяющая реализовать выбранный способ.

Список литературы

1. Гидроабразивная резка: плюсы и минусы технологии. // ЦРГТ. 2021. 10 сентября. URL: https://crgt.ru/blog/obzory-tovarov/gidroabrazivnaya-rezka-plyusy-i-minusy-tekhnologii/ (Дата обращения: 15.04.2024).
2. Прохоров Н.А. Увеличение срока службы струеформирующего сопла путём использования пульсирующей струи // Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвящённая 170-летию В.Г. Шухова (Москва, 01-30 апреля 2023 года): сб. тез. докладов. М.: ООО «Издательский дом «Научная библиотека», 2023. С. 657-658.
3. Бабкин А.В., Колпаков В.И., Охитин В.Н., Селиванов В.В. Численные методы в задачах физики быстропротекающих процессов: учебник для втузов. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. Т. 3. 516 с.

СЕКЦИЯ «РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИЕ КОМПОЗИТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

УДК 72.021:001

РОЛЬ ЭРГОНОМИКИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ КОМФОРТА И ЭФФЕКТИВНОСТИ КОСМОНАВТОВ ПРИ СОЗДАНИИ КОСМИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Амиранидзе А.И., студент
МАрхИ, факультет «Архитектура»
ann.amiranidze@gmail.com
Научный руководитель: Нечаев А.Л. профессор
МАрхИ
Научный консультант: Малая Е.В., к.арх., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Эргономика представляет собой научную дисциплину, изучающую взаимодействие человека и техники с целью создания оптимальных условий для труда и жизни. Главной ее задачей является адаптация рабочей среды, оборудования и технологий к потребностям человека, учитывая его физиологические, психологические и социальные особенности. Она играет важную роль в обеспечении удобства и высокой продуктивности космонавтов в условиях космоса, так как комфортные рабочие и жилые условия являются ключом к успешному выполнению задач в космической среде. Изучение человеческого фактора в космосе становится важной частью разработки космических объектов и подготовки экипажа.

Для обеспечения комфортной и эффективной среды на космических станциях и в будущих космических поселениях, необходимо учитывать множество факторов, начиная с физиологических и психологических особенностей человека и заканчивая передовыми технологиями. Они прорабатываются по направлениям, составляющих принципы архитектурного проектирования в создании благоприятных условий жизни человека на космической станции или в далеком поселении на других планетах, и складываются из нижеследующих пунктов.

Психологические аспекты комфортности. Длительная изоляция в условиях ограниченного пространства на орбитальной станции или космического поселения вызывают стресс и депрессию у космонавтов, что значительно снижает их мотивацию и работоспособность, усиливая вероятность межличностных конфликтов, что вызывает эмоциональную нестабильность.

Персонализация личных зон улучшает психологическое состояние космонавтов и исследователей, создает уют и безопасность, а озелененные зоны отдыха с регулируемым освещением и успокаивающими звуками способствуют снижению уровня стресса. Специальные зоны для совместных мероприятий укрепляют командный дух и снижают межличностные конфликты. Крайне важно использовать адаптивные системы освещения, имитирующие естественный цикл дня и ночи. Для интерьеров рекомендуется использовать систему сменных панелей и модулей, что позволяет разнообразить визуальную среду и уменьшить эффект монотонности.

Физическое пространство и его организация. Эффективное зонирование космической станции или поселения предполагает разделение пространства на четко определенные функциональные зоны, такие как рабочие помещения, зоны отдыха и личные пространства. Это помогает улучшить продуктивность, поскольку каждая зона предназначена для конкретной деятельности и способствует соответствующему психологическому состоянию.

Среда обитания и качество жизни. В условиях ограниченного естественного света правильное освещение может компенсировать его нехватку, создавая имитацию дневного и ночного освещения. Это повышает продуктивность и предотвращает расстройства сна и психики, возникающие из-за нарушений ритма и сменяемости дня и ночи.

Влияние цвета. Исследования показывают, что определенные цвета могут влиять на человека психологически и физически. Теплые цвета создают ощущение уюта и комфорта, тогда как холодные оттенки способствуют спокойствию и концентрации. Правильно подобранные цветовые решения в дизайне интерьера станции помогают создать благоприятную атмосферу, улучшающую настроение и эффективность экипажа.

Микроклимат и акустика Для поддержания комфортного микроклимата на орбитальной станции важно контролировать температуру и влажность, поэтому техническое обеспечение комфорта обеспечивается постоянно. Оптимальные уровни этих параметров важны для предотвращения перегрева, переохлаждения, сухости или чрезмерной влажности воздуха, что может привести к негативным последствиям, влияющим на станцию и экипаж. Современные системы климат-контроля позволяют обеспечивать благоприятную среду для нахождения на станции.

Культурные и индивидуальные потребности. Еще одним важным условием является обеспечение культурного разнообразия экипажа и возможность персонализации личных зон, что способствуют комфортной жизни и работе космонавтов. Рацион питания должен быть адаптирован к культурным предпочтениям и диетическим требованиям.

Использование *общих принципов эргономики* при проектировании космического поселения играет ключевую роль в обеспечении комфорта и продуктивности исследователей в сложных условиях на поверхности других планет или в Космосе. Это позволяет адаптировать рабочие и жилые пространства к их физиологическим, психологическим и социальным потребностям, что в дальнейшем способствует снижению уровня стресса и улучшению психологического состояния все жителей космического поселения или экипажа летательного космического аппарата.

Список литературы

1. Алексеева В.И. Постулаты космической философии К.Э. Циолковского. // Проблемы русского космизма. 2016. V. 1. DOI:10.24412/cl-36502-2016-290299.
2. Бодров В.А., Орлов В.Я. Психология и надежность: человек в системах управления техникой. М.: Институт психологии РАН, 1998. 288 с.
3. Крючков Б.И., Усов В.М., Ярополов В.И., Сосюрка Ю.Б., Троицкий С.С., Долгов П.П. Об особенностях профессиональной деятельности космонавтов при осуществлении лунных миссий // Пилотируемые полеты в космос. 2016. № 2 (19). С. 35 – 57.

УДК 691.175.3

МНОГОКООРДИНАТНАЯ КОМПОЗИТНАЯ ПЕЧАТЬ

Киселев Д.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
dmitrykiselev18@gmail.com
Научный руководитель: Хазиев А.Р., к.т.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В настоящее время наблюдается бурный рост и внедрение аддитивных технологий в различные отрасли промышленности. Новым этапом развития аддитивных технологий стало появление композитной трехмерной печати с непрерывными волокнами, использование которой позволяет производить прочные и легкие детали сложной формы и сложной внутренней структурой в автоматическом режиме.

В основе технологии композитной печати лежит процесс послойной выкладки непрерывной композитной нити методом коэкструзии по заранее заданным траекториям. Применяемый в настоящее время подход подразумевает разделение детали на плоские слои с последующим вычислением траектория армирования в этих слоях. Такой подход ограничивает

применение технологии. Инновационным методом и следующим этапом развития композитной трехмерной печати является многокоординатная композитная печать, применение которой позволит в автоматическом режиме создавать детали со сложной пространственной структурой армирования [1].

Цель данной работы заключается в снижение массы деталей и элементов конструкций сложной формы, а также автоматизации процесса их производства за счет применения многокоординатной композитной трехмерной печати.

В работе рассматриваются существующие подходы к созданию траекторий армирования деталей. Для корректного создания траекторий армирования предлагается разделить деталь на криволинейные слои и рассмотреть траектории армирования в каждом слое с учетом характера нагружения детали и ее прочности.

Традиционный подход, используемый в трехмерной печати, подразумевает разделение детали на плоские слои, что позволяет реализовывать только плоские схемы армирования.

Другим, часто встречающимся подходом, является разделение на криволинейные слои с использованием изопараметрических кривых, задающихся функцией f(u, v), где один из параметров u или v принимается постоянным. Метод основан на анализе геометрической формы детали и в основном применяется в FDM-печати для уменьшения количества поддерживающих структур и улучшения качество нависающих поверхностей. Набор таких кривых образует поверхность детали, а инструмент в каждой точке траектории ориентирован нормально поверхности слоя.

Наиболее интересным является подход, основанный на анализе главных напряжений в детали [2]. На основе полеченных результатов анализа напряженно-деформированного состояния трехмерная модель детали разбивается на криволинейные слои, в которых траектории армирования расположены вдоль направления максимальных главных напряжений. Однако такой подход не применим к деталям в процессе работы которых могут возникать различные случаи нагружения.

В рамках проделанной работы был исследован процесс многокоординатной композитной печати с использованием промышленного робота манипулятора. Был напечатан образец-демонстратор трехгранного уголка с отверстием в каждой грани. Подготовка управляющей программы движения инструмента осуществлялась в автоматическом режиме с использованием специализированного программного обеспечения, после чего полученная программа преобразовывалась универсальным алгоритмом для получения программы печати. В процессе печати были выявлены технологические ограничения, связанные с конструкцией печатающей головки и кинематической схемой многокоординатного позиционера.

Основываясь на проделанном анализе существующих подходов к разделению модели на слои и планирование траекторий армирования в этих слоях, можно сказать, что для дальнейшего развития технологии композитной многокоординатной печати необходимо разработать метод для производства прочных и легких деталей сложной формы и сложной внутренней структуры, основанный не только на анализе геометрической формы, но также учитывающим нагружение детали и технологические ограничения.

Список литературы

1. Azarov A.V., Kolesnikov V.A., Khaziev A.R. Development of equipment for composite 3D printing of structural elements for aerospace applications / A.V. Azarov, // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: electonic journal. URL: https://iopscience.iop.org/journal/1757-899X/page/scope. (Дата обращения 07.10.2020).

2. Fang G., Zhang T., Huang Y. et al. Exceptional mechanical performance by spatial printing with continuous fiber: Curved slicing, toolpath generation and physical verification // Additive Manufacturing: electronic journal. URL: www.elsevier.com/locate/addma. (Дата обращения 16.02.2024).

УДК 536.42

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТВЕРЖДЕНИЯ КОМПОЗИТНОГО РЕФЛЕКТОРА ЗЕРКАЛЬНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ АНТЕННЫ

Когут Д.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
kogutdaria@gmail.com
Научный руководитель: Просунцов П.В., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

В настоящее время стремительно растет индустрия спутниковой связи, при этом магистральным направлением ее развития является освоение все более высоких частот передачи сигнала, что необходимо для повышения качества передачи, пропускной способности и помехозащищенности. Качество передаваемого сигнала в первую очередь зависит от точности отражающей поверхности рефлектора космической зеркальной антенны (ЗКА), на которую влияет множество факторов, связанных с технологическим процессом изготовления и эксплуатацией в космосе.

Целью работы является снижение отклонений формы рефлектора зеркальной космической антенны в процессе изготовления за счет рационального выбора параметров технологического процесса отверждения.

В работе построены геометрическая, физическая и математическая модели процесса отверждения заготовки рефлектора ЗКА с учетом изменений теплофизических характеристик и физико-химических превращений материала, проведено моделирование процесса прогрева и отверждения заготовки рефлектора ЗКА и выполнен расчет напряженно-деформированного состояния.

В качестве объекта исследования использована модель ЗКА, представленная в [1]. При моделировании учитывалась зависимость теплоемкости и теплопроводности материала заготовки рефлектора ЗКА от температуры и степени отверждения связующего, но не учитывались вязкоупругие свойства материала и неравномерность распределения температуры газа в камере автоклава.

В качестве наполнителя и матрицы композиционного материала выбраны равнопрочная углеродная ткань АСПРО-А80 и эпоксидное связующее, а в качестве материала оснастки – древесноволокнистая плита средней плотности (МДФ). Зависимости теплоемкости и теплопроводности эпоксидного связующего от температуры и степени отверждения были взяты из работы [2].

Также при моделировании учитывались физико-химические превращения в связующем, которые сопровождаются выделением тепла. Для описания экзотермического эффекта реакции отверждения использовался закон Аррениуса (1):

$$q_v = \rho \cdot Q \cdot A \cdot e^{-\frac{E}{RT}} \cdot (1-h)^n \cdot h^a \qquad (1)$$

где h – степень отверждения, A – предэкспоненциальный множитель, 1/с; R – универсальная газовая постоянная, Дж/(мол·К); T – температура, К; E – энергия активации, Дж/мол; ρ – плотность материала, кг/м^3; Q – количество теплоты, выделяющееся за единицу времени, Дж; a, n – порядок реакции.

Считалось, что режим отверждения связующего трехступенчатый с полками при температурах 80°С, 150°С и 180°С и общей длительностью процесса 16800 секунд. Для управления температурно-временным процессом отверждения разработан пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор. Для определения параметров ПИД-регулятора выполнен анализ отклика системы рефлектор-оснастка на единичное возмущение температуры.

Для учета вязкоупругости свойств в дальнейшем предлагается использовать модель Cure Hardening Instantaneous Linear Elastic (CHILE) [3]. В этой модели предполагается, что в

окрестности температуры стеклования модуль упругости материала изменяется линейно от температуры, а в резиноподобном и стеклообразном состояниях он постоянен. Определяющие соотношения имеют вид (2):

$$\sigma_{ij} = C_{ijkl}(T, h) \cdot \varepsilon_{kl}^{M} \quad (2)$$

где σ_{ij} – механические напряжения, Па; C_{ijkl} – компоненты тензора модулей упругости, Па; ε_{kl}^{M} – механические деформации.

Таким образом, в данной работе была построена модель процесса отверждения заготовки рефлектора с учетом изменений характеристик и физико-химических превращений материала, определены параметры ПИД-регулятора для управления процессом прогрева и отверждения заготовки рефлектора, проведено моделирование процесса нагрева, полимеризации и охлаждения композитного рефлектора ЗКА и показано, что выбранный температурно-временной режим отверждения обеспечивает получение качественного изделия, выполнен расчет напряженно-деформированного состояния рефлектора ЗКА с использованием модели линейно-упругого материала. Предложено использование для анализа остаточных напряжений и перемещений в рефлекторе модели CHILE для вязкоупругого материала.

Список литературы

1. Новиков А.Д. Разработка методики определения параметров конструктивно-силовых схем прецизионных и легких рефлекторов зеркальных космических антенн межспутниковой связи: дис. … канд. техн. наук (05.07.03). М., 2020. 152 с.
2. Чэнь Я. Разработка методики оптимизации технологических режимов отверждения полимерного связующего при производстве деталей летательных аппаратов из композиционных материалов: дис. … канд. техн. наук (05.07.02). М., 2021. 134 с.
3. Козлов М.В., Шешенин С.В., Бабкин А.В. Моделирование формования композитов на основе термореактивных матриц / М.В. Козлов, С.В. Шешенин, А.В. Бабкин [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2016. Т. 12. № 6. С. 11-17.

УДК 691.175.3

ПРИМЕНЕНИЕ FDM-ПЕЧАТИ ДЛЯ АРМИРОВАИЯ ВОЛОКНОМ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Сергеева М.М., студент
МГТУ имени Н.Э. Баумана, факультет «Специальное Машиностроение»
msergeeva687@gmail.com

Важным направлением повышения эффективности изготовления деталей из композитных материалов (КМ) является применение FDM-печати. Аддитивные технологии позволяют создавать детали сложной геометрической формы с минимальными затратами ресурсов и времени.

В работе рассмотрены технологии армирования материала для получения филамента из КМ. Изучены методы армирования короткими волокнами и упрочнения непрерывным и направленным волокном. В первом короткие волокна остаются хаотично ориентированными – материал обладает низкой степенью упрочнения, а также является изотропным на макроуровне. Механические свойства АБС, полученного технологией FDM, при армировании углеродными волокнами (0,2–0,4 мм) показывают увеличение прочности и модуля упругости при растяжении на 115% и 700% соответственно при содержании волокна 40 мас.% [1]. Метод ориентации упрочняющей фазы вдоль экструзии заключается в создании силы сдвига, возникающей между соплом подачи принтера и материалом.

К перспективному направлению развития FDM-печати относится технология упрочнение непрерывным и направленным волокном. Материал, полученный таким методом, обладает

высокой степенью анизотропии и упрочнения. Ориентация волокна и задание мощности печати может реализовываться с использованием алгоритма топологической оптимизации. В работе [2] представлены свойства на растяжение PLA12, армированного непрерывным углеродным волокном, предел прочности на растяжение и модуль упругости достигли 560 МПа и 83 ГПа соответственно. Полученные свойства материала сопоставимы с высокоэффективным алюминиевым сплавом.

При изготовлении материала, армированного непрерывным волокном, как правило, выделяют три схемы подачи компонентов КМ в зависимости от времени и места внедрения наполнителя. Первая схема – совместная, предполагающая постоянный объем наполнителя в материале. Данный метод наиболее распространен из-за своей простоты и не требует значительной модификации конструкции самого принтера. Полимерная матрица и наполнитель предварительно смешиваются, а затем подаются в экструдер для формирования нити, которая далее подвергается повторной экструзии уже непосредственно во время печати. Вторая – совмещенная, подразумевающая смешивание матрицы и волокна уже непосредственно в экструзионном сопле, для этого требуется два отдельных источника материала. При изготовлении композита этим методом важно подобрать пару волокно-матрица, которая будет обладать хорошей адгезией, химической и термической совместимостью [3]. Третья – раздельная. Для получения феломента при помощи этого метода требуется два и более независимых сопла, что позволяет варьировать соотношение волокна и матрицы, а также направляющий угол укладки.

В работе проведено исследование оптимизации по массе вертикального крепления, обладающего сложной геометрической формой, изготовление которой традиционными методами является трудоемким. В качестве параметров оптимизации выбраны схема заполнения детали и направляющий угол укладки волокна. Проведен анализ схем заполнения с неизменным углом: Solid, Rhombic grid, Tetragrid, Isogrid, Anisogrid. Выявлена оптимальная по массе укладка-Isogrid, образованная путем частичного выдавливания треугольных форм для создания ребер жесткости. Определен предпочтительный направляющий угол схемы, который составил ноль градусов. Достигнуто уменьшение массы на 40% по сравнению с металлическим исполнением детали.

Список литературы

1. Tekinalp H.L. et al. Highly oriented carbon fiber–polymer composites via additive manufacturing // Composites Science and Technology. 2014. V. 105. pp. 144-150.
2. Eichenhofer M., Wong J.C.H., Ermanni P. Exploiting cyclic softening in continuous lattice fabrication for the additive manufacturing of high performance fibre-reinforced thermoplastic composite materials // Composites Science and Technology. 2018. V. 164. pp. 248-259.
3. Fidan I. et al. The trends and challenges of fiber reinforced additive manufacturing // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2019. V. 102. pp. 1801-1818.

УДК 67.02

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ КОНЦЕПЦИЙ СОЗДАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЛУННЫХ СООРУЖЕНИЙ.

Хоменко В.В., студент
МГТУ имени Н.Э. Баумана, факультет «Специальное Машиностроение»
vvh14082005@gmail.com

При возведении несущих конструкций гражданских инженерных сооружений используется бетон, который состоит из заполнителя, песка и связующего вещества - силиката кальция. Однако этот материал не применим в качестве вяжущего для лунного строительства,

высокая гидратация при затвердевании накладывает ограничения на географию возведения сооружений. К тому же в условиях вакуума происходит испарение воды из материала, что приводит к растрескиванию и снижению плотности, прочности и жесткости бетона. В связи с этим возникает необходимость разработки новых подходов при строительстве крупногабаритных лунных сооружений.

В качестве альтернативы предложен серный бетон с быстрым схватыванием. Предел прочности на сжатие образцов достигал 70–80% от предельных значений (5-7 МПа) в течение 24 часов без использования воды. В серобетоне используется 12-22% серы в качестве термопластичного связующего, которое соединяется с заполнителем, а затем затвердевает под действием температуры в диапазоне от 120 до 148°С. Лунный вариант серобетона представляет собой смесь 65% реголита и 35% серы, способную выдерживать минусовые температуры [1]. Однако у данного материала присутствует ряд недостатков: элементарная сера переходит в жидкую фазу в узком температурном диапазоне; при низком окружающем давление сера склонна к сублимации; температура ниже 96°С вызывает растрескивание серобетона, что приведет к потере прочности.

Исходя из условий высокой температурной стабильности было предложено использование полимеров. Лунный вариант состоит из 90% реголита и 10% термопластичного (полиэтиленового) связующего по массе, который поддается отверждению при нагреве в литьевых формах [2]. Недостатками полимербетона относятся: увеличение затрат на транспортировку полимеров с Земли; высокие показатели ультрафиолетового излучения (26,8 Вт/м^2), под действием которого разрушаются связи между атомами в полимерах; длительное изготовление блоков по сравнению с серобетоном.

Перспективным методом строительства представляется спекание реголита. Этот процесс осуществляется с помощью микроволновой печи. Для образцов спеченного реголита характерны высокий предел прочности на сжатие 74 МПа. При добавлении металлических дисперсных частиц происходит увеличение прочности реголита на растяжение. К тому же внешний слой обитаемых сооружений, выполненный из спеченного реголита, усиленный ребрами жесткости, может служить защитой от микрометеоритов и радиации. Для обеспечения теплоизоляционной защиты предлагается сделать вакуумный слой между ребрами жесткости [3].

Также предложен метод спекание с использованием концентратором солнечного излучения, так как Луна освещается количество прямых солнечных лучей. Однако концентратор относительно эклиптике, сохраняя при этом фокус в необходимом расстоянии. Возможны два пути решения. Первый, использование роботов, оснащенных функцией ходьбы и визуальными наблюдениями. Второй, внедрение линзы Френеля на платформу, способную перемещаться в пространстве.

Исходя из изложенных концепций, в данной работе предложено использование двух методов спекания для улучшения механический свойств блоков для возведения крупногабаритных сооружений на Луне. В частности, формовка строительных блоков в печи обеспечит высокие значения пределов прочности и последующее скрепление конструкции посредством системы концентрации солнечных лучей.

Список литературы

1. Gracia V., Casanova I. Sulphur concrete: a viable alternative for lunar construction. // 6th ASCE Specialty Conference & Exposition on Engineering Construction & Operations in Space. 1998. pp. 585–591. DOI: 10.1061/40339(206)67
2. Lee S., Lee J., and Ann Y. Manufacture of polymeric concrete on the Moon. // Acta Astronautica. 2015. pp. 60–64. DOI: 10.1016/j.actaastro.2015.04.004.
3. Thiebaut L., Cowley A. 2019. Microwave processing of regolith – a 1D printing cavity for enabling lunar construction technology. // Proceedings of the 8th European Conf Aeronautics & Space Sciences. 2019. DOI: 10.13009/EUCASS2019-917.

УДК 629.7.025

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОМПОЗИТНОЙ КОНСТРУКЦИИ БПЛА

Шишканова Э.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
elin00@mail.ru
Научный руководитель: Федюнина Е.Р., к.т.н. доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

На сегодняшний день в разработку беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) вовлечены тысячи компаний и научных коллективов по всему миру, в том числе и в России. БПЛА находят все большее применение в различных отраслях, таких как мониторинг лесных пожаров, доставка грузов в труднодоступные районы, выполнение спасательных операций и др.

Преимуществом БПЛА является отсутствие человека на борту, что делает данный тип воздушного судна наиболее безопасным для человека. Основным материалом, используемым при изготовлении БПЛА является композиционный, который в значительной степени позволяет повысить весовую эффективность конструкции и увеличить долю полезной нагрузки. Разработка методик проектирования БПЛА, обладающих высокой экономической весовой эффективностью, является актуальной научно-технической задачей.

В настоящей работе объектом исследования является БПЛА, предназначенный для ведения поисковых работ по нахождению космонавтов после внештатного/штатного приземления в труднодоступных местах, таких как тайга или море. Также предполагается, что БПЛА будет осуществлять доставку необходимых средств для космонавтов до прибытия спасательных служб (к примеру: палатка, дополнительная сухая одежда, провизия и др). БПЛА может производить взлет/посадку по-самолетному на сушу или воду, а также, при необходимости, специальные приспособления позволяют осуществлять вертикальный взлет и посадку в труднодоступных местах.

Одним из элементов конструкции БПЛА, существенно влияющим на его весовую и экономическую эффективность является крыло. Поэтому целью работы является снижение массы композитного крыла БПЛА за счет выбора рациональных толщин обшивки и конструктивно-силовых элементов.

Определение проектного облика проводилось по расчетным формулам [1]. По результатам расчетов были определены взлетный вес самолета, мощность двигателей и размах крыла.

Для определения нагрузок на конструкцию БПЛА было рассмотрено 3 расчетных случая: крейсерский полет, случай аварийной посадки в соответствии с нормами летной годности и приводнение. В крейсерском полете проводилось моделирование аэродинамического обтекания в программном комплексе Ansys Fluent. Также одной из целей анализа моделирования аэродинамического обтекания было определение значений подъемной силы и лобового сопротивления конструкции БПЛА, необходимые для подтверждения выбранного проектного облика.

В результате моделирования аэродинамического обтекания были получены поля давлений, которые в дальнейшем использовались при анализе напряженно-деформированного состояния крыла (НДС). Также было установлено, что подъемная сила превышает вес конструкции, а тяга двигателя превышает лобовое сопротивление, что подтверждает правильность выбранного проектного облика.

В качестве материалов для изготовления крыла предложена трехслойная сотовая конструкция. Внутренняя и внешняя оболочки многослойного пакета будут изготавливаться из углепластикового препрега АСМ-1209, производства российской компании UMATEX. В качестве материала сот выбрана арамидная бумага, пропитанная фенольным связующим.

Для анализа НДС и последующего выбора рациональных параметров конструкции крыла были определены эффективные физико-механические характеристики трехслойной обшивки. Предполагалось, что лонжероны и обшивка имеют квазиизотропную укладку. При анализе рассматривалось два расчетных случая, описанных ранее. Также учитывался коэффициент запаса прочности 1,5.

На основе анализа типовых решений конструктивно-силовых схем БПЛА, была выбрана кессонная схема с передним лонжероном и задней стенкой.

В первом приближении при толщине лонжерона 2 мм, обшивки – 10 мм, коэффициент запаса прочности крыла составил 1,48, что говорит о возможности снижения толщин в конструкции.

При выборе рациональных толщин крыла БПЛА целевой функцией являлось снижение массы при ограничении на коэффициент запаса прочности конструкции. Варьируемыми параметрами при этом были толщина обшивки и толщина лонжеронов. Оптимизация проводилась методом на основе критерия максимальных напряжений [2]. В результате было проанализировано 45 точек. В результате показано, что рациональная толщина обшивки – 9 мм, лонжеронов – 1,8 мм, при обеспечении коэффициента запаса прочности >1. При этом по сравнению с начальным приближением массу удалось снизить на 7%, то есть на 5 кг.

Таким образом, в работе предложен подход к выбору рациональных параметров крыла БПЛА. Были выбраны и подтверждены проектные данные, предложена оптимальная конструктивно-силовая схема крыла, определены эффективные физико-механические характеристики слоистого пакета из композиционных материалов, проведено моделирование напряженно-деформированного состояния крыла. Предложенный в работе подход позволил снизить массу крыла БПЛА на 7%.

Список литературы

1. Мишин В.Ф. Учебное пособие для дипломного проектирования по специальности «Самолетостроение». М.: Изд-во МАИ, 1993. С. 14–35.
2. Липин Е.К., Чедрик В.В. Применение критериев оптимальности для решения задачи оптимизации конструкции при ограничениях на напряжения и перемещения // Ученые записки ЦАГИ. 1989. № 4. С. 77–78.

РАЗДЕЛ «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ»

СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ В ЭНЕРГЕТИКЕ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ»

УДК 517.53

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СИГМА-ФУНКЦИИ ВЕЙЕРШТРАССА И ЕЁ ВЫЧИСЛЕНИЕ

Алексеев М.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
alienseev@gmail.com
Научный руководитель: Гордеева Н.М., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
nmgordeeva@yandex.ru

Теория эллиптических функций возникла в работах Гаусса, Абеля и Якоби из анализа прикладных задач, рассмотренных в своё время Ньютоном, Лежандром, Эйлером и Валлисом. Сегодня эта теория считается одной из жемчужин математики XIX-го века и продолжает развиваться, находя применения в комплексном анализе, классической и алгебраической геометрии, криптографии, классической и квантовой механике, электротехнике, теории упругости и других научных сферах. Особо важную роль в данной сфере математического познания играют **функции Вейерштрасса**, формирующие фундамент теоретико-функционального подхода и позволяющие рассчитать значения любой эллиптической функции. Таким образом, особый интерес вызывают методы вычисления функций Вейерштрасса, которым от части и посвящён данный доклад.

Сигма-функция Вейерштрасса – целая функция комплексного переменного $\boldsymbol{z}$ и двух комплексных параметров, однозначно описывающих двумерную периодическую решётку на комплексной плоскости. Её связь с эллиптической $\wp$-функцией Вейерштрасса может быть использована для вывода системы уравнений с частными производными, которой удовлетворяет сигма-функция [1]. Первое уравнение этой системы – ультрапараболическое второго порядка; второе – линейное первого порядка, допускающее разрешение в квадратурах. На основании этой системы Вейерштрасс получил классическое представление [1,2] для ряда Тейлора сигма-функции по степеням переменного $\boldsymbol{z}$, а в рамках работы [3] были найдены новые соотношений для коэффициентов этого ряда.

Первая часть доклада посвящена полученному в рамках данного исследования **дифференциально-рекуррентному соотношению** для коэффициентов ряда Тейлора. Рассматривая это соотношение с точки зрения действия линейных операторов, коэффициенты степенного ряда сигма-функции можно выразить как результат действия композиции конечного числа конкретных дифференциальных операторов на начальное условие рекуррентного соотношения. В интересующем нас частном случае описанное представление получилось упростить и получить **замкнутое нерекуррентное представление** для коэффициентов.

Вторая часть работы затрагивает представление коэффициентов ряда Тейлора в виде полиномов по **степеням абсолютного инварианта** $\wp$-функции Вейерштрасса. Коэффициенты этих полиномов удовлетворяют **двумерному рекуррентному соотношению**, аналогичному классическому представлению Вейерштрасса, и могут быть представлены в виде суммы мультипликативных весов всех путей между граничными вершинами в ориентированном взвешенном графе специального вида. Развивая это направление исследования, мы использовали начальные условия двумерного рекуррентного соотношения для сведения рекуррентной

зависимости коэффициентов по одному из индексов к операции суммирования коэффициентов по этому параметру. Таким образом, было найдено новое представления для коэффициентов ряда Тейлора сигма-функции, основанные на **структуре многократно вложенных конечных сумм**.

Заключительная часть доклада, посвящена вопросу непосредственного вычисления значений функций Вейерштрасса и эллиптических функций. Для модулей коэффициентов двумерного рекуррентного соотношения была получена оценка сверху, позволяющая мажорировать модуль сигма-функции значением экспоненты от специального параметра, зависящего от модулей переменной $\boldsymbol{z}$ и инвариант $\wp$-функции. На основании этой оценки были построены **несколько алгоритмов определения степени многочлена** Тейлора, гарантирующей достижения произвольно заданной точности аппроксимации. Кроме того, особое внимание было уделено получению оценок относительных погрешностей, возникающих при численном расчёте функций Вейерштрасса, эллиптических функций и рядов Эйзенштейна.

В иллюстративных материалах доклада представлены графические результаты применения разработанного на языке программирования C++ программного обеспечения, реализующего расчёт функций Вейерштрасса и произвольно заданных эллиптических функций.

Работа выполнена в рамках сотрудничества с ФИЦ ИУ РАН, при активном участии д.ф.-м.н., чл.-корр. Безродных С.И.

Список литературы

1. Weierstrass K. Zur Theorie der elliptischen Functionen: Mathematische werke von Karl Weierstrass, Berlin: Mayer & Müller, 1895, pp. 245–309.
2. Abramowitz M., Stegun I.A. Handbook of Mathematical Functions with Formulas, Graphs and Mathematical Tables. New York: Dover Publications, Inc., 1964, 1046 p.
3. Alekseev M.M., Bezrodnykh S.I. System of partial differential equations and analytical representations of the Weierstrass sigma function // Mathematical Notes. 2023. V. 114, pp. 1095–1103. DOI:10.1134/S0001434623110421.

УДК 51-77

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ШУЛЬЦЕ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ГОЛОСОВАНИЯ В МАЛЫХ ГРУППАХ

Блохина А.И., студент
aiblokhina2000@gmail.com
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
Научный руководитель: Самойлова И.А.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Голосования являются одним из способов коллективного принятия решений. При голосовании предпочтения участников с помощью некоторой процедуры преобразуются в итоговое коллективное предпочтение. Некоторые свойства правил голосования: полнота, независимость от посторонних альтернатив, монотонность, ненавязанность. Однако, согласно теореме Эрроу [1], никакое недиктаторское правило не может удовлетворять этим свойствам одновременно. Правило голосования также сравнивают с точки зрения подверженности манипулированию как со стороны избирателей, так и со стороны организатора. В исследованиях [2] выделены следующие виды манипулирования со стороны организатора (контроля голосования): добавление, удаление и разделение альтернатив; добавление, удаление и разделение избирателей.

По числу участников голосования можно разделить на всеобщие и голосования в малых группах. Голосования в малых группах имеют свою специфику, в частности, часто используются правила голосования, требующие от избирателей упорядочить все альтернативы по предпочтительности. В данной работе в качестве результата голосования также рассматривается

коллективное предпочтение относительно всех альтернатив, а не только альтернатива-победитель.

Метод Шульце [3] является относительно новым и эффективным правилом голосования. Этот метод получает на вход от каждого участника предпочтение относительно альтернатив и может возвращать как победителя голосования, так и полное коллективное предпочтение. Метод использует попарные сравнения альтернатив, и основан на концепции силы звена и силы пути. Сила звена для двух альтернатив определяется функцией, зависящей от числа избирателей, предпочитающих одну альтернативу другой. Сила пути — это наименьшее из сил звеньев, составляющих путь от одной альтернативы к другой.

В данной работе исследуется задача деструктивного манипулирования путём разделения избирателей при использовании метода Шульце с учётом расстояния между предпочтениями. Была сконструирована модель двухступенчатого голосования с различными способами разбиения избирателей и проведены численные эксперименты с различным числом альтернатив и избирателей. Наиболее эффективной из рассмотренных стратегий разбиения (с точки зрения расстояния между коллективным предпочтением и нежелательным для организатора результатом) оказалась такая, при которой нежелательные для организатора голоса как можно более «сконцентрированы» в группах. Также было найдено оптимальное число групп для разбиения: такое, при котором все нежелательные голоса будут в одной группе, и в этой группе не будет других голосов. Эффективность такой стратегии разбиения растёт с увеличением числа избирателей.

Аналогичные численные эксперименты были проведены для классического правила голосования — метода Борда. В отличие от метода Шульце, метод Борда не является состоятельным по Кондорсе и не удовлетворяет критерию абсолютного большинства. Для этого правила также стратегия «концентрированного» разбиения является наиболее эффективной. В зависимости от набора параметров (количества альтернатив и избирателей), при применении метода Борда эта стратегия позволяет добиться либо такого же, либо немного большего расстояния до нежелательного результата, чем при применении метода Шульце.

Для обоих рассмотренных методов имеется пороговая доля нежелательных предпочтений, при которой это предпочтение гарантированно становится результатом голосования. Предложенная стратегия позволяет значительно увеличить это пороговое значение.

Список литературы

1. Эрроу К.-Дж. Коллективный выбор и индивидуальные ценности. М.: ГУ ВШЭ, 2004. 204 с.
2. Brandt F. et al. Handbook of computational social choice. Cambridge: Cambridge University Press, 2016. 535 p.
3. Schulze M. A new monotonic, clone-independent, reversal symmetric, and Condorcet-consistent single-winner election method // Social choice and Welfare. 2011. V. 36. № 2. pp. 267-303.

УДК 519.7

ЗАДАЧА О ПОИСКЕ ПУТИ ЗАДАННОЙ ДЛИНЫ

Ващенко М.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
maksim.vashchenko.5669@mail.ru
Научный руководитель: Мастихина А.А., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Часто при работе с графами возникает потребность по заданной длине найти простой путь в данном графе такой же длины (далее под путем понимается простой путь). Например, при работе с навигационными системами. Будут рассматриваться неориентированные разреженные

связные взвешенные графы без кратных ребер и петель [1]. В качестве исходных данных есть начальная и конечная вершина искомого пути и его вес. Требуется найти путь в графе, удовлетворяющий начальным данным. Если в данном графе есть несколько путей с заданным весом, то требуется найти их все.

Временную сложность алгоритма поиска в произвольном графе можно оценить сверху как:

$$O\big((|V|-1)(|V|-2)!\big),$$

где V – множество вершин графа. 2 вершины фиксированы, остальные можно выбирать в произвольном порядке, так как граф полный, поэтому общее количество путей между фиксированными вершинами будет равно:

$$\sum_{i=0}^{|V|-2}(|V|-2-i)! < (|V|-1)(|V|-2)!$$

Классическим алгоритмом для поиска кратчайшего пути между двумя вершинами в графе является алгоритм Дейкстры [2]. Его модификация – алгоритм Йена – позволяет искать альтернативные кратчайшие пути вплоть до нахождения всех возможных путей в графе между двумя фиксированными вершинами. Результатом алгоритма Йена является набор K кратчайших путей, внутри которого пути расположены по неубыванию длин. Время работы алгоритма Йена оценивается как:

$$O(K|V|^3)$$

В худшем случае в задаче требуется перебрать все пути между 2 вершинами, поэтому в худшем и среднем случае соответственно получим сложности:

$$O((|V|-1)(|V|-2)!\,|V|^3)$$
$$O\left(\left\lceil\frac{|V|-1}{2}\right\rceil\left(\left\lceil\frac{|V|-2}{2}\right\rceil\right)!\,|V|^3\right)$$

Создан алгоритм, который уменьшает количество вершин в графе и не рассматривает пути, длина которых больше заданной. Но при таком преобразовании в графе появляются кратные ребра, соответствующие путям до удаленных вершин, и некоторые пути в преобразованном графе не являются простыми в исходном. Временная сложность в худшем случае преобразования графа оценивается как:

$$O(|V||E|),$$

так как требуется просмотреть все вершины, кроме 2 выделенных, и провести порядка $|E|$ ребер при каждом просмотре.

Так как мы рассматриваем разреженные графы, то $|E| < |V|^2$. После преобразования наш алгоритм перебирает все возможные пути между заданными вершинами в поиске подходящего пути (или путей, если требуется найти все подходящие). Временная сложность нашего алгоритма в худшем и среднем случае соответственно оценивается как:

$$O\big((|V|-1)(|V|-2)!+|V||E|\big) = O\big((|V|-1)(|V|-2)!\big)$$
$$O\left(\left\lceil\frac{|V|-1}{2}\right\rceil\left(\left\lceil\frac{|V|-2}{2}\right\rceil\right)!+|V||E|\right) = O\left(\left\lceil\frac{|V|-1}{2}\right\rceil\left(\left\lceil\frac{|V|-2}{2}\right\rceil\right)!\right)$$

Сделана реализация алгоритма преобразования графа на языке Python и проверка его на графе метро Москвы [2].

Список литературы
1. Белоусов А.И., Ткачев С.Б. Дискретная математика: учеб. для вузов / под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. 3-е изд., стереотип. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 744 с.
2. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. М.: Изд-во «Мир», 1978. 431 с.

УДК 519.218.23

МАРКОВСКИЕ СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ РОЖДЕНИЯ И ГИБЕЛИ

Онищенко Е.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
e.d.onishchenko@gmail.com
Научный руководитель: Мастихин А.D., к.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В качестве задачи взят марковский случайный процесс рождения и гибели с конечным числом состояний, двумя поглощающими состояниями и фиксированным начальным состоянием [1]. Для данного процесса приводится нахождение финальных вероятностей. Используется равенство для перехода от графического представления (источника) к регулярному выражению, выписывается система линейных алгебраических уравнений и приводится ее решение при помощи леммы [2]. После перехода к коммутативным выражениям и расписывания итерации, получаются выражения для финальных вероятностей. Данные выражения совпадают с значениями финальных вероятностей, которые могут быть получены из элементарных соображений.

Для обобщения полученного выражения на n-мерный случай начальное состояние перемещается в первое состояние. После перехода к регулярным выражениям от получившегося источника и получения системы линейных алгебраических уравнений приводится ее решение при помощи леммы. В полученных выражениях осуществляется переход к коммутативным выражениям, после чего получаются цепные дроби для переходов в поглощающие состояния. Для этих выражений проводится проверка для случая равных вероятностей переходов. Сумма вероятностей выхода в одно из поглощающих состояний, получается равной единице, как и необходимо.

Полученные выражения финальных вероятностей могут быть обобщены на случай разных вероятностей, в зависимости от состояния. Благодаря сведению источника к регулярным выражениям, а далее цепным дробям, становится возможным вычисление финальных вероятностей для процессов, в которых финальные вероятности не находятся из элементарных соображений.

Список литературы
1. Калинкин А.В. Схемы взаимодействий: детерминированные и стохастические модели: Метод. указания к выполнению типового расчета по курсу «Дополнительные главы теории случайных процессов». М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 44 с.
2. Мастихина А.А., Мастихин А.В. Преподавание дискретной математики во втузе: нахождение регулярных выражений. Преподавание математики в высшей школе и работа с одаренными студентами в современных условиях. / М-во образования Респ. Беларусь, М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Белорус.-Рос. ун-т; редкол.: М.Е. Лустенков (гл. ред.) и др. Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2023. 122 с.

УДК 518.12+533.6.011

АЭРОТЕРМОХИМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ГИПЕРЗВУКОВЫМ ПОТОКОМ И ПОВЕРХНОСТЯМИ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФОРМ

Скляринский Л.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
sklyarinskij@mail.ru
Научный руководитель: Сидняев Н.И., д.н., зав. кафедрой
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Представлены теоретические модели аэротермохимического взаимодействия между поверхностью обтекания и диссоциированным воздухом для случая горения и сублимации в окрестности передней критической точки затупленного тела. Обобщены методы и результаты исследований с целью получения решения на основе метода подобия для случая горения и сублимации на примере графита в произвольном сечении конуса, сферы, клина, цилиндра, пластины и затупленного по сфере конуса, при ламинарном режиме течения с большими числами Рейнольдса [1]. Для различных геометрических форм в широком диапазоне условий гиперзвукового обтекания представлены вычисления потока массы, теплового потока и коэффициента сопротивления трения, результаты которых связываются универсальными зависимостями, выраженными через энтальпию торможения, давление, градиент скорости, параметр градиента давления и температуру поверхности [2]. В теоретическом изучении влияния геометрического потока на горение и сублимацию графита был исследован широкий диапазон значений энтальпии торможения, местного давления и температуры поверхности в условиях осесимметричных и двумерных течений при больших числах Рейнольдса для ряда форм, включающих конус, сферу, клин, цилиндр, пластину и конус со сферическим затуплением [3]. Здесь было показано, что путем введения соответствующих безразмерных комплексов точные решения по теплообмену, массообмену и местному сопротивлению трения для отдельных геометрических форм могут быть представлены в виде простых универсальных алгебраических соотношений, дающих погрешность ±10% по сравнению с точными решениями для всех условий обтекания, представляющих интерес с точки зрения гиперзвукового полета с доорбитальными скоростями. Новые результаты, которые применимы при определении местных эффектов в произвольной точке обтекаемой поверхности графитового тела, сводятся к ранее полученным результатам для окрестности передней критической точки затупленного тела.

Наиболее полным теоретическим исследованием задачи об окислении и сублимации графита в широком диапазоне условий гиперзвукового обтекания и температур поверхности является исследование [1, 2]. В этих работах представлены новые точные решения для химически реагирующего гиперзвукового ламинарного пограничного слоя с гомогенными и гетерогенными реакциями в условиях массопереноса, и выводятся новые универсальные формулы, выраженные через соответствующие безразмерные комплексы, для теплового потока, потока массы и коэффициента трения. Разрушающими теплозащитными покрытиями считаются однородные полимерные материалы, типа полиэтилена, фторопласта, полиметилметакрилата (оргстекла) и т. д.

В заключении можно отметить, что исследованные материалы обладают сравнительно низкой температурой разложения (~1000 К), отличными теплоизолирующими свойствами, что приводит к низкой глубине прогрева, причем внутри теплозащитного покрытия может существовать не одна, а несколько зон физико-химических превращений, последовательно переводящих ту или иную компоненту из одного состояния в другое.

Список литературы

1. Сидняев Н.И. Обзор методик исследования обтекания гиперзвуковым потоком газа тел с разрушающимся покрытием // Теплофизика и аэромеханика. 2004. Т. 11. № 4. С. 501–522.
2. Сидняев Н.И. Обтекание гиперзвуковых летательных аппаратов в условиях поверхностного разрушения. М.: Физматлит, 2017. 302 с.

3. Сидняев Н.И. Аккомодационные факторы и механизмы разрушения композиционного материала на основе углерода и керамики / Теоретическая и математическая физика. 2022. Т. 213. № 3. С. 555-578. DOI: https://doi.org/10.4213/tmf10322.

УДК 519.765

АНАЛИЗ СИНТАКСИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ В НАУЧНЫХ ТЕРМИНАХ

Шалютина Е.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные Науки»
edshalyutina@gmail.com
Научный руководитель: Мастихина А.А., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные Науки»

Существование модели описания естественных языков в современном мире необходимо для целого ряда задач. На сегодняшний день результаты обработки естественного языка используются повсеместно – от текстовых редакторов до программ, способных поддерживать диалог на уровне общения с реальным человеком.

Однако несмотря на весь прогресс, который уже был достигнут, сложнопереводимые структуры все еще являются проблемой для машинного перевода. Это обусловлено тем, что данные части текста могут переводиться не буквально, а с изменением порядка слов, заменой одного слова несколькими или с использованием крайне специфических слов. Одними из подобных элементов являются *термины* – словосочетания, построенные по определенным правилам и имеющие одно или несколько главных слов. Под многокомпонентным термином понимается терминологическое полилексемное сочетание, которое состоит из полнозначных, оформленных раздельно двух и более элементов [1].

Основные подходы к анализу текста в данной работе – грамматический и предикативный. Грамматический подход включает в себя анализ научных текстов с целью формирования базы ключевых слов, анализ грамматики и морфологии русского и английского языка на выявление взаимосвязей между положением слова в тексте и видом его изменяемых частей (постфикс, приставка и др.). Ключевые слова (слова-маркеры) – такие части предложения, которые могут указывать на наличие многокомпонентного термина в данном отрывке текста. Оценка грамматики и морфологии языка позволяет сформировать взаимосвязи, которые впоследствии будут учитываться в предикативном подходе.

Предикативный подход базируется на результатах грамматического анализа обоих языков. В данном подходе для русскоязычного текста строится алгебра предикатов, ее предметными переменными становятся род, число и падеж – характеристики контекста, окружающего склоняемое слово. Производится запись выявленных отношений в виде логических уравнений. Для каждого типа связи создаются бинарные отношения, задаваемые двудольными графами и формулами соответствующих предикатов. Впоследствии производится декомпозиция и минимизация формульного описания объекта [2].

Результатом совместного использования грамматического и предикативного подходов является математическая модель, позволяющая выявлять связи между словами в многокомпонентных научных терминах, а следовательно, и распознавать их в тексте. Таким образом, данная модель является одним из способов перевода русскоязычных и англоязычных узкоспециализированных текстов.

Список литературы

1. Гринев-Гриневич С.В. Терминоведение.: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Учебное издание. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 304 с.
2. Лещинский В.А. Модели бинарных логических сетей и их применение в искусственном интеллекте: дис. … канд. тех. наук (05.13.23). Харьков: Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 2006. 157 с.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

УДК 519.218

СИНТЕЗ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ С ЗАДАННОЙ ВНУТРЕННЕЙ ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ

Богданов Д.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
dm.bogdanov2000@gmail.com
Научный руководитель: Деревич И.В., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Современные методы численного моделирования сложных технических систем, разнообразных механизмов преобразования энергии, природных явлений, микробиологических процессов основаны на имитационных расчетах отклика систем на случайные воздействия. Как правило в литературе источник случайных воздействий на систему моделируется как бесструктурный случайный процесс – белый шум (дельта-коррелированный во времени случайный процесс). В работе представлен алгоритм построения цветного шума с заданной внутренней временной структурой. Численная реализация опирается на современные методы решения систем стохастических обыкновенных дифференциальных уравнений (СОДУ). Алгоритмическая реализация основана на методе Монте-Карло.

Дельта коррелированный процесс является существенным упрощением и справедлив для инерционных систем с большим временем релаксации. Предложен численный метод синтеза случайных процессов заданной временной структуры (цветной шум) на основе численного решения системы взаимодействующих СОДУ. Система уравнений решается также аналитически спектральным методом на основе разложения случайных процессов в интеграл Стилтьеса.

Результаты расчетов автокорреляционный функций и взаимных корреляций численным и аналитическим методом удовлетворительно согласуются [1-3].

Список литературы

1. Burrage K., Burrage P. M. High strong order explicit Runge-Kutta methods for stochastic ordinary differential equations // Applied Numerical Mathematics. 1996. V. 22. pp. 81-101.
2. Debrabant K., Rossler A. Classification of Stochastic Runge–Kutta Methods for the Weak Approximation of Stochastic Differential Equations // Mathematics and Computers in Simulation. 2008. V. 77. pp. 408-420.
3. Esclapez L., Collin-Bastiani F., Riber E., Cuenot B. A Statistical Model to Predict Ignition Probability // Combust. Flame. 2021. V. 225. pp. 180-195.

СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

УДК 531.36

АНАЛИЗ СФЕРИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MATLAB SIMULINK ANALYSIS OF THE ANGULAR MOTION OF A RIGID BODY USING MATLAB SIMULINK

Ермолина А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
ermolinaaa@student.bmstu.ru
Коломиец Е.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
kolomietses@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Игнатов А.И. к.ф.-м.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
ignatov@bmstu.ru

Рассмотрено два случая движения твердого тела относительно неподвижной точки (центра масс): свободное движение (случай Эйлера – Пуансо) и движение под влиянием потенциального силового поля (гравитационного поля Земли). Рассматриваемое тело характеризуется трехосным главным центральным эллипсоидом инерции. В обоих случаях для описание вращательного движения твердого тела применяются уравнения движения в гамильтоновой форме в переменных Андуайе – Депри. Для численного решения уравнений движения используется пакет Matlab Simulink. Выбранные начальные условия уравнений движения соответствуют случаю, при котором точка пересечения мгновенной оси вращения с эллипсоидом инерции тела расположена весьма близко к сепаратрисе [1-3].

Список литературы

1. Виттенбург Й. Динамика систем твердых тел. Москва: Мир, 1980. 292 с.
2. Архангельский Ю.А. Аналитическая динамика твердого тела. Москва: Наука, 1977. 328 с.
3. Черноусько Ф.Л., Акуленко Л.Д., Лещенко Д.Д. Эволюция движения твердого тела относительно центра масс. Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2015. 308 с.

УДК 531.36

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕЛЕТОВ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ МАЛОЙ ТЯГИ С ВЫСОКОЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ ОРБИТЫ НА ГЕОСТАЦИОНАРНУЮ

Коломиец Е.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
kolomietses@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Кирилюк Е.В., к.т.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
(kiriliuk_e@bmstu.ru)

Рассматривается задача оптимального быстродействия для некомпланарного перелета космического аппарата (КА) с двигательной установкой малой тяги с высокоэллиптической орбиты (ВЭО) на геостационарную (ГСО) в центральном гравитационном поле.
Задача оптимизации траектории межорбитального перелета сводится к решению краевой задачи для дифференциальных уравнений в равноденственных элементах [1] с помощью формализма

принципа максимума. Для решения краевой задачи используется один из вариантов [2] метода продолжения по параметру. Для регуляризации решения краевой задачи и снижения вычислительных затрат используется метод осреднения по истинной долготе. Значение истинной долготы на правом конце траектории перелета не фиксировано. При решении краевой задачи правые части дифференциальных уравнений движения осредняются численно. Была проведена верификация полученных результатов моделирования с помощью работ [2], [1]. Исследовался перелет с ВЭО на ГСО при разных значениях начального угла некомпланарности и различных значениях высоты апогея ВЭО, проведен анализ влияния параметров начальной орбиты перелета на основные параметры траектории перелета. В результате проведенного моделирования было выявлено, что структура оптимального по быстродействию управления вектором тяги включает в себя до трех характерных фаз, отличающихся друг от друга наличием участков торможения и разгона и различным их положением на оскулирующей орбите. Наличие или отсутствие каждой из фаз зависит от угла некомпланарности между орбитами и геометрических характеристик начальной ВЭО.

Список литературы

1. Ахметшин Р.З. Плоская задача оптимального перелета космического аппарата с малой тягой с высокоэллиптической орбиты на геостационар. Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша, 2002, № 037. URL: https://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2002-37&lg=r (Дата обращения 01.05.2024)
2. Петухов В.Г. Оптимизация многовитковых перелетов между некомпланарными эллиптическими орбитами // Космические исследования. 2004. Т. 42. № 3. С. 260-279.
3. Петухов В.Г. Оптимизация траекторий космических аппаратов с электроракетными двигательными установками методом продолжения (05.07.09) «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»: Диссертация на соискание доктора технических наук. МАИ. Москва, 2013. 343 с.

УДК 534.1

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ФИЗИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

Фоменко А.О., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
fomenkoartemij@yandex.ru
Научный руководитель: Калиниченко В.А., д.ф.-м.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Данная работа посвящена анализу параметрических колебаний физического маятника, точка подвеса которого осциллирует вдоль вектора ускорения свободного падения по гармоническому закону $y = s\cos(\Omega t)$.

В данной работе:

1. Проведен эксперимент на установке ПР2-М в ИПМех РАН им. А.Ю. Ишлинского.
2. Была построена резонансная зависимость и резонансная зона для данной системы, при амплитуде колебания подвеса $s = 0.65$ см и собственной частоте $\omega = 5.27\ \text{с}^{-1}$, асимптотическим методом Крылова-Боголюбова в первом приближении, используя математический пакет Wolfram Mathematica.
3. Проверены результаты, полученные в зарубежной работе другим асимптотическим методом (Методом многих масштабов).

Формула резонансной зависимости полностью совпала (с точностью до замены переменных) с формулой, полученной авторами Xu X. и Wiercigroch M. в статье от 2007 года. Данные, полученные в ходе эксперимента на установке в ИПМех РАН им. А.Ю. Ишлинского, очень хорошо описывались математической моделью, использованной в данном исследовании,

что было показано при наложении этих данных на резонанскую кривую. Данная формула была так же проверена численно, то есть было получено численное решение, где был показан предельный цикл (выход амплитуды на стационар) [1, 2].

Список литературы

1. Боголюбов Н.Н, Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. М.: Наука, 1974. 504 с.
2. Xu X., Wiercigroch M. Approximate analytical solutions for oscillatory and rotational motion of a parametric pendulum. // Nonlinear Dyn. 2007. V. 47. № 1–3. pp. 311–320.

УДК 534-14

КОЛЕБАНИЯ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ СТРАТИФИЦИРОВАННОЙ ЖИДКОСТИ В ОГРАНИЧЕННОМ ОБЪЁМЕ

Чжан Юе, аспирант
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
zhangyue_hit-bmstu@qq.com
Научный руководитель: Темнов А.Н., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

Исследование колебаний сложных гидродинамических систем с неоднородной жидкостью является актуальной задачей динамики твёрдых тел, имеющих полости, заполненные жидкостью. Актуальность данной проблемы подчёркивается углублённым изучением физических процессов, происходящих внутри Земли, в атмосфере, возрастающим применением сжиженного газа и криогенных жидкостей. В частности, в океанах, нефтехранилищах и в крупногабаритных контейнерах космической конструкции под действием внешнего неравномерно распределённого температурного поля может наблюдаться стратификация жидкости. Стратификация — природное явление неравномерного распределения плотности жидкости по занимаемому ей объёму в направлении действия поля массовых сил, в частности, вдоль направления ускорения свободного падения.

Работа посвящена колебаниям экспоненциально стратифицированной жидкости в цилиндрических сосудах в случае постоянной частоты плавучести. Рассмотрено аналитическое решение для идеальной жидкости. Изучено методом пограничного слоя в первом приближении влияние вязкости на собственную частоту во временной области. Проведён анализ низших тонов колебаний.

Постановка задачи: определить собственные частоты малых колебаний вязкой несжимаемой стратифицированной жидкости и исследовать влияние вязкости на движение жидкости в неподвижном, полностью заполненном сосуде.

Движение жидкости, согласно приближению Буссинеска, записывается линейной системой уравнений, состоящей из уравнения Навье-Стокса, уравнения неразрывности, условия несжимаемости [1] и граничного условия для вязкой жидкости — условия прилипания.

$$\begin{cases} \rho_0 \frac{\partial \vec{V}}{\partial t} = -\nabla P - \rho g \vec{k} + \mu \Delta \vec{V}, \\ \frac{\partial \rho}{\partial t} + V_z \frac{d\rho_0}{dz} = 0, \\ \nabla \cdot \vec{V} = 0, \end{cases} \tag{1}$$

$$\vec{V}\big|_{\Sigma} = 0 \tag{2}$$

где Σ — граница полости (смоченная поверхность в случае полного наполнения жидкостью).

Рассматривая колебательные режимы будем считать, что все решения задачи зависят от времени по закону $\exp(\sigma t)$. Первые два уравнения системы (1) приобретают вид

$$\sigma \cdot \vec{V} + \frac{N^2}{\sigma} \cdot V_z \vec{k} = -\nabla P + \varepsilon^2 \Delta \vec{V} \qquad \left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right] \tag{3}$$

где $\sigma = i\omega,\ \omega$ — частота колебаний; $\varepsilon = \sqrt{\nu}$ [2,3].

Используя метод пограничного слоя, разработанный для рассматриваемого класса задач в работах [2,3], будем искать комплексное число σ и функции $\vec{V}(x), P(x)$в виде разложения в ряды по степеням $\sigma = \sigma_0 + \varepsilon^1 \cdot \sigma_1 + \cdots + \varepsilon^n \cdot \sigma_n$, $\vec{V} = \vec{V}_0 + \varepsilon^1 \cdot \vec{V}_1 + \cdots + \varepsilon^n \cdot \vec{V}_n$, где нижний индекс 0 относится к решениям для идеальной жидкости, а индекс 1 обозначает соответствующие поправки. Поправка в числе σ в первом приближении, после применения теоремы Гаусса-Остроградского, имеет вид

$$\sigma_1 = -\frac{\int_\Sigma \left[\sum_{j=2}^{3} R_j \left(V_j^{(0)}\right)^2\right] d\Sigma}{\int_\Omega \left[\left(V^{(0)}\right)^2 - \frac{N^2}{\sigma_0^2} \cdot \left(V_z^{(0)}\right)^2\right] d\Omega} \tag{4}$$

$$R_j = \sqrt{\sigma_0 + \frac{N^2}{\sigma_0} \cdot cos\left(\widehat{\vec{e}_j, \vec{k}}\right)}, j = 2, 3,\ ReR_j > 0 \tag{5}$$

где Ω — область, занимаемая жидкостью.

Определим собственную частоту идеальной жидкости. Краевая задача для цилиндрической полости имеет вид [1]:

$$-\frac{1}{\rho_0(z)} \Delta\varphi + \frac{\partial}{\partial z}\left[\frac{1}{\rho_0(z)} \cdot \frac{\omega^2}{N^2 - \omega^2} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial z}\right] = 0,\ \text{в } \Omega \tag{6}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial n} = 0 \text{ на } \Sigma_\text{Т}\ , \qquad \frac{\partial \varphi}{\partial n} - \frac{N^2}{\omega^2} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial n_0} = 0, \qquad \text{на } \Sigma_0,$$

где Σ_0, Σ_Т— боковая и торцевые поверхности. Построенные графики для низших тонов показывают, что:

- в случае квадратного сечения вязкость увеличивает собственную частоту. Влияние более заметно при большом l в толстых цилиндрах. Вязкость также даёт затухание по времени.
- для цилиндра чем сильнее стратификация, тем больше увеличение собственной частоты;
- при больших тонах в толстых цилиндрах наблюдается уменьшение собственной частоты;
- при осесимметричных колебаниях собственная частота вязкой стратифицированной жидкости уменьшается.

Список литературы

1. Темнов А.Н. Колебания стратифицированной жидкости в ограниченном объёме: диссертация к.ф.-м.н. в форме научного доклада (01.02.05). Москва, 1983. 22 с.
2. Черноусько Ф.Л. Движение твёрдого тела с полостями, содержащими вязкую жидкость. М.: Вычислительный центр АН СССР, 1968. 230 с.
3. Вишик М.И., Люстерник Л.А. Регулярное вырождение и пограничный слой для линейных дифференциальных уравнений с малым параметром. // Успехи математических наук. 1957. Т. 12. В. 5. С. 3 – 122.

СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»

УДК 53.043

НЕЛИНЕЙНЫЙ РЕЗОНАНС ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ МАГНИТНОГО СКИРМИОНА СПИН-ПОЛЯРИЗОВАННЫМ ТОКОМ

Абакарова Т.Ш., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
siobhan18112002@gmail.com
Матвеев А.А., студент
МФТИ, ФЭФМ
maa.box@yandex.ru
Научный руководитель: Сафин А.Р., д.ф.-м.н., с.н.с.
ИРЭ РАН им. В.А. Котельникова.

Ферромагнитные наноцилиндры с вихревым или вихреподобным основным состоянием намагниченности могут быть использованы при создании магнитных логических элементов, наногенераторов, магнитной памяти и нейроморфных цепей [1, 2]. Изучение динамики скирмионов, одних из таких неоднородных конфигураций намагниченности, представляет собой научный и практический интерес в связи с их нетривиальными топологическими свойствами и возможностью возбуждения динамики при помощи спин-поляризованного тока достаточно малой плотности.

В данной работе теоретически исследовались резонансные характеристики скирмионного осциллятора под действием спин-поляризованного тока в CIP-конфигурации (current in plane) при помощи анализа нелинейного уравнения Тилля:

$$-\nabla\cdot\left(\frac{\kappa}{2}|\boldsymbol{X}|^2+\frac{\beta}{4}|\boldsymbol{X}|^4\right)+\boldsymbol{G}\times\left(-\frac{d\boldsymbol{X}}{dt}+\vartheta_{s2}j_0\cos(\Omega t)\right)+\widehat{\mathcal{D}}\left(-\alpha\frac{d\boldsymbol{X}}{dt}+\vartheta_{s1}j_0\cos(\Omega t)\right)=0,$$

где $\boldsymbol{G}=G\boldsymbol{e}_z$ – гировектор, $\widehat{\mathcal{D}}$ – тензор затухания, κ,β – коэффициенты жесткости, α — константа затухания Гильберта, j_0 – амплитуда колебаний плотности спин-поляризованного тока, Ω – частота этих колебаний, $\vartheta_{s1},\vartheta_{s1}$ – нормировочные коэффициенты. Методами медленно меняющихся амплитуд и укороченных уравнений получены зависимости резонансной амплитуды и частоты колебаний скирмиона от амплитуды плотности спин-поляризованного тока. Для верификации теоретически полученных результатов проведено микромагнитное моделирование в программном пакете MUMAX[3] [3].

Полученные в данной работе результаты могут быть при использованы при проектировании спин-трансферных наноосцилляторов.

Список литературы

1. Матвеев А.А., Сафин А.Р., Никитов С.А. // Письма в ЖЭТФ. 2022. № 116. В. 7. С. 450-455.
2. Li S., Wang X., Rasing T. Magnetic skyrmions: Basic properties and potential applications // Interdisciplinary Materials, 2022. DOI: 10.1002/idm2.12072.
3. Vansteenkiste A., Leliaert J., Dvornik M. The design and verification of MuMax3 // AIP Advances. 2014. № 4. DOI: 10.1063/1.4899186.

УДК 543.421/.424

МЕТОДИКА И АЛГОРИТМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЮСТИРОВКИ ТРАССОВОГО ФУРЬЕ-СПЕКТРОМЕТРА

Бессонов В.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
BessonovVR@outlook.com
Суянов А.Ф., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
amirsufism2002@gmail.com
Научный руководитель: Фуфурин И.Л., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Инфракрасный диапазон с длинами волн 2-10 мкм известен как «отпечаток пальцев» молекул из-за большого числа колебательно-вращательных переходов, которые специфичны для каждого исследуемого вещества в атмосфере, тканях живых организмов и т.д. Инфракрасная Фурье-спектроскопия широко применяется для анализа веществ как лабораторных условиях, так и вне ее, в том числе для анализа газов. Для более точных измерений необходима инфракрасная подсветка Фурье-спектрометра. Актуальной задачей для трассовых систем является разработка метода наведения спектрометра на источник инфракрасного излучения с целью повышения чувствительности измерений.

Осуществлена первоначальная ручная настройка оборудования и получены диаграммы направленности, которые стали основой для разработки алгоритма наведения на источник излучения. Кроме того, было разработано специализированное программное обеспечение для управления опорно-поворотной платформой, а также создан алгоритм, который автоматизирует процесс измерений с использованием Фурье-спектрометра с установленным на опорно-поворотном устройстве инфракрасном излучателем.

Опорно-поворотное устройство YP3040 представляет собой систему из двух электроприводов, расположенных перпендикулярно друг другу, что обеспечивает возможность вращения в двух осях. Управляющие команды к нему передаются через интерфейс RS-485 с использованием протокола Pelco-D из микроконтроллера.

Эти алгоритмы и технические решения являются особенно значимыми в условиях, связанных с техногенными и химическими загрязнениями, где скорость и точность настройки внелабораторного трассового Фурье-спектрометра может иметь критическое значение для обеспечения безопасности жизни и здоровья людей.

Список литературы

1. Морозов А.Н. Основы Фурье-спектрорадиометрии / А.Н. Морозов, С.И. Светличный. Москва: Наука, 2014. 456 с.
2. Фуфурин И.Л. и др. Температурная зависимость чувствительности инфракрасного Фурье-спектрометра //Химическая физика. 2021. Т. 40. № 10. С. 68-75.
3. Морозов А.Н., Фуфурин И.Л., Методика анализа спектров, получаемых на инфракрасном Фурье-спектрорадиометре с применением активной // Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. В. 8. URL: http://engjournal.ru/catalog/fundamentals/physics/1107.html (Дата обращения 01.05.2024)

УДК 538.9

НОВЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ МЕХАНИЗМОВ АГРЕГАЦИИ И ДИССЕМИНАЦИИ АЛЬФА-СИНУКЛЕИНА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА

Быстров Д.А., инженер
МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «Мягкая материя и физика флюидов»
Грицаева А.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
gritsaevaav@student.bmstu.ru
Драгун М.А., инженер
МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «Мягкая материя и физика флюидов»
Яковлев Е.В., ведущий научный сотрудник
МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «Мягкая материя и физика флюидов»
Корсакова С.А., младший научный сотрудник
МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «Мягкая материя и физика флюидов»
Научный руководитель: Юрченко С.О., д.ф.-м.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
st.yurchenko@bmstu.ru

В настоящее время большой научный и практический интерес представляет управление ансамблями биологических клеток [1]. Настраиваемая самосборка клеток, управляемая внешними полями различной природы, может стать эффективным инструментом для развития подходов к анализу и диагностики заболеваний широкого спектра [2]. В данной работе представлен новый подход к ранней диагностике болезни Паркинсона путем измерения силы взаимодействия лимфоцитов периферической крови человека при использовании внешних анизотропных электрических полей в комбинации с оптическим пинцетом.

Лимфоциты периферической крови человека на ранних стадиях болезни Паркинсона накапливают белок альфа-синуклеин, который активно участвует в патогенезе. В случае мутаций в гене synuclein alpha (SNCA), кодирующем синуклеин, повышенные уровни экспрессии белка способствуют нарушению конформационной стабильности и образованию агрегатов. Клетки, содержащие агрегированный белок, взаимодействуют между собой с силой, которая зависит от диэлектрического контраста и проводимости растворителя. Предположительно за счет эффектов макромолекулярного краудинга, приводящего к снижению диэлектрической проницаемости, можно различить лимфоциты, содержащие агрегированный альфа-синуклеин, по измеренной оптическим пинцетом силе.

Были проведены эксперименты с лимфоцитами периферической крови здоровых и больных пациентов во внешних анизотропных электрических полях. Поляризованные внешним полем клетки выстраивались в цепочки параллельно вектору напряженности переменного электрического поля, генерируемого электродной ячейкой. Это позволило измерить силу взаимодействия лимфоцитов между собой при помощи оптического пинцета. Сила, действующая на захваченный оптическим пинцетом объект, определяется формулой $\boldsymbol{F} = -k\boldsymbol{x}$, где $\boldsymbol{F}$ – сторонняя сила, действующая на захваченную частицу; k – коэффициент жесткости оптической ловушки; $\boldsymbol{x}$ – смещение захваченной частицы из центра оптической ловушки [3]. Измерение сил взаимодействия между лимфоцитами позволяет получить их зависимость от расстояния. Для этого был разработан программный пакет в среде Python, предназначенный для задач компьютерного зрения. На основе полученных значений силы и расстояния между лимфоцитами построены графики зависимости силы взаимодействия клеток от расстояния между ними. Было получено, что доверительные интервалы зависимостей лимфоцитов больных и здоровых пациентов пересекаются. Такой результат характерен для биологических объектов средней выборки, поскольку они чувствительны к параметрам окружающей среды, и любое изменение внешних условий может вносить неконтролируемые отклонения в итоговые значения. Стоит

заметить, что длительное лазерное излучение приводит к повреждению и разрушению клеток, и при проведении экспериментов нужно учитывать этот фактор.

Список литературы

1. Yakovlev E.V. et al. Colloidal suspensions in external rotating electric field: experimental studies and prospective applications in physics, material science, and biomedicine // Saratov Fall Meeting 2017: Optical Technologies in Biophysics and Medicine XIX. (Saratov, SPIE, 2018) V. 10716. pp. 315-321. DOI: 10.1117/12.2315134.
2. Yakovlev E.V. et al. Tunable two-dimensional assembly of colloidal particles in rotating electric fields // Scientific reports. 2017. V. 7. № 1. pp. 1-10.
3. Andersson M. et al. Using optical tweezers for measuring the interaction forces between human bone cells and implant surfaces: System design and force calibration // Review of Scientific Instruments. 2007. V. 78. № 7. DOI: 10.1063/1.2752606.

УДК 543:4

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВЕЩЕСТВ ПО ПОЛОЖЕНИЮ ХАРАКТЕРНЫХ ЛИНИЙ В ИХ СПЕКТРАХ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА

Гылка Р.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
gylka.roman@gmail.com
Чубаркина Я.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
chubarkina02@mail.ru
Научный руководитель: Фуфурин И.Л., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Спектроскопия комбинационного рассеяния света (далее – КРС) — бесконтактный и неразрушающий физико-химический метод экспресс-анализа. Благодаря этим преимуществам, спектроскопия КРС нашла множество применений в различных областях. В частности, в фармацевтическом анализе её применение за последние годы резко возросло [1], и идентификация веществ с помощью КРС остаётся актуальной задачей в данном направлении.

Идентификация веществ по их спектрам КРС может проводиться методом сравнения анализируемого спектра с эталонными по специальному алгоритму. Одним из вариантов такого алгоритма является метод поиска коэффициента корреляции Пирсона [2]. Недостатками такого метода являются, во-первых, необходимость хранения в базе данных полных спектров КРС эталонных веществ, а во-вторых, сильное влияние шумов на конечный результат анализа. Другим вариантом является использование машинного обучения. Хотя эффективность такого метода довольно высока, он требует предварительного обучения методом искусственного интеллекта сети на выборке размеченных данных.

В качестве альтернативы предлагается методика идентификации веществ, основанная на сравнении пиковых значений в спектрах исследуемого и эталонного веществ. Для регистрации спектров КРС использовался спектрометр Ocean Optics Ventana 785L с лазерным источником монохроматического излучения с длиной волны 785 нм. База данных содержала данные о пиках в спектрах КРС для 39 веществ, в качестве тестовых использовались 7 веществ.

Метод анализа состоит в поиске значения невязки для интенсивностей, соответствующих наблюдаемым пикам в исследуемом и в эталонном спектрах. Предобработка спектров включает в себя корректировку базовой линии с помощью итерационной полиномиальной подгонки и сглаживание методом Савицкого-Голея. Поиск пиков в сглаженном спектре проводится методом поиска локального максимума с дополнительным условием, что пиковое значение должно

составлять минимум 10% от максимальной интенсивности в исследуемом спектре. Значения интенсивностей найденных пиков берутся из исходного несглаженного спектра. Для эталонных веществ в базе данных хранится информация только об индексах пиков в их спектрах КРС и соответствующих значениях интенсивностей. Сравнение спектра с эталонным производится по совмещенному набору индексов пиков. После прохождения по всем имеющимся в базе данных веществам, то из них, которое соответствует минимальному значению невязки (и при этом превышает порог отсечки), является результатом идентификации.

Порог отсечки для каждого вещества определяется с помощью ROC-анализа [3] как значение, при котором наблюдается баланс между чувствительностью и специфичностью модели. Методом ROC-кривых была проведена оценка качества описанного алгоритма, которая показала удовлетворительный результат: значение показателя AUC для каждого вещества превышало 0,9.

Список литературы

1. Esmonde-White K.A., Cuellar M., Lewis I.R. The role of Raman spectroscopy in biopharmaceuticals from development to manufacturing. // Anal Bioanal Chem. 2021. V. 414. № 2. pp. 969–99. DOI: https://doi.org/10.1007/s00216-021-03727-4.
2. Гылка Р.А., Грицаева А.В. Применение спектроскопии комбинационного рассеяния света для контроля качества лекарственных препаратов на основе ацетилсалициловой кислоты. // Политехнический молодежный журнал. 2023. № 03 (80). DOI: http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2023-3-878.
3. Голяк И.С., Карева Е.Р., Фуфурин И.Л. и др. Численные методы анализа многокомпонентных газовых смесей с помощью инфракрасной лазерной спектроскопии // Компьютерная оптика. 2022. Т. 46. № 4. С. 650-658. DOI 10.18287/2412-6179-CO-1058.

УДК 537.662

ПЕРВОПРИНЦИПНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ И МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ JANUSS-СПЛАВОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Криницын П.Е., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
wow16wowkl.rus@mail.ru
Научный руководитель: Карцев А.И., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Долгое время считалось, что существование двумерных кристаллов невозможно. Теорема Мермина-Вагнера предсказывает для таких структур разрушение дальнего порядка, что приводит к нестабильности рассматриваемого класса материалов. Однако открытие графена, аллотропной модификации графита, показало, что наличие небольших деформаций в структуре позволяет получить стабильное соединение. Последовавший после синтез монослоя CrI3 привлек еще больший интерес к изучению квазидвумерных материалов [1]. Особняком стоит класс так называемых Januss-сплавов, получаемых соединением металла с двумя разными неметаллами. В монослоях этих сплавов металл с одной стороны соединяется с одним неметаллом, а с зеркально симметрично – с другим. Подобная двуликость создает существенные отличия в свойствах как от структурно близких солей металлов, так и от других сплавов.

В данной работе проводилось исследование электронных и магнитных свойств Januss-сплава на основе переходного металла. Для этого были поставлены задачи определить магнитный порядок соединения, построить карты зарядовой плотности и плотности состояний, изучить явление магнитной анизотропии.

В качестве исследуемого соединения был выбран Januss-сплав Fe2F3Cl3. Структурно этот материал имеет тип уже известных CrI3 и FeCl3. Выбор материала был сделан для сравнения

результатов с уже изученным Fe2I3Cl3, который показал необычные свойства, включая явление магнитной анизотропии и изменение магнитного порядка с ферромагнитного на антиферромагнитный.

Для расчета электронной структуры рассматриваемого соединения применялась теория функционала плотности (ТФП). Для уточнения вида функционала обменно-корреляционной энергии было использовано обобщенное градиентное приближение. Ввиду исследования соединения, включающего в себя d элемент, применена модель Хаббарда, модифицирующая выражение гамильтониана системы дополнительным слагаемым:

$$\mathrm{E}_H = U * \sum_{i=1}^{N} n_{i\downarrow} n_{i\uparrow} \quad (1)$$

Значения параметра U определены экспериментально для большинства переходных металлов, при этом для неметаллов взаимодействием на d орбиталях можно пренебречь [2].

Расчеты проводились с использованием вычислительного пакета Vienna Ab initio Simulation Package (VASP). Для повышения вычислительной эффективности был применен метод projector augmented wave (PAW). Выбор конкретной конфигурации был связан с высокой скоростью работы и обширной базе псевдопотенциалов для каждого химического элемента.

В результате проведенных расчетов был определен антиферромагнитный порядок в исследуемом Januss-сплаве. Аналогичный порядок имеет Fe2I3Cl3. Таким образом наблюдается закономерный переход от ферромагнитного порядка в FeCl3 к антиферромагнитному в Januss-сплавах на его основе. Были построены карты зарядовой и магнитной плотности, а также получена оценка плотности состояний. Продемонстрировано явление магнитной анизотропии в сплаве, имевшее место и в Fe2I3Cl3.

Список литературы

1. Huang B. Layer-dependent ferromagnetism in a van der Waals crystal down to the monolayer limit / Huang B., Clark G., Navarro-Moratalla E., Klein D., Cheng R., Seyler K., Zhong D., Schmidgall E., McGuire M., Cobden D., Yao W., Xiao D., Jarillo-Herrero P., Xu X. // Nature. 2017. № 546. pp. 270-273.

2. Wang L., Maxish T., Ceder G. Oxidation energies of transition metal oxides within the GGA+U framework // Physical Review. 2006. V. 73. № 19. pp. 195107-195113.

УДК 538.9

АЛЛОТРОПНОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ ОЛОВА

Кущук Л.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
kuschukli@student.bmstu.ru
Тиссен М.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
tissenms@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Карцев А.И., к.н. доцент, с.н.с.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки», ВЦ ДВО РАН

Олово является пластичным, ковким и легкоплавким металлом, серебристо-белого цвета. Этот материал часто использовался людьми еще в античности для изготовления домашней утвари. Однако было замечено, что после пребывания на холоде оловянная посуда покрывалась серыми пятнами и становилась хрупкой. А если возвратить такую посуду в дом, то подобными пятнами покрывалась вся оловянная посуда вокруг. Это явление было названо “оловянной чумой” и объяснено только в 1911 г. Эрнстом Когеном [1].

Суть “оловянной чумы” заключается в аллотропии олова, то есть способности менять кристаллическую решетку при температурном изменении. При температуре выше 13,2 °С устойчивой модификацией является β-олово (белое олово) – металл с базоцентрированной тетрагональной кристаллической решеткой. При температуре ниже 13,2 °С металл переходит в α-модификацию (серое олово) – полупроводник с кубической решеткой типа алмаза. Данный переход сопровождается увеличением объема структуры на 27% и, как следствие, ее разрушением.

Переход олова из одной фазы в другую может быть разделен на две части: нуклеация (зародышеобразование) и рост зародышей. Нуклеация сопровождается образованием основного числа устойчиво растущих зародышей новой фазы. В процессе нуклеации образуются области с ячейкой типа алмаз, что достигается перераспределением атомов. При этом периоды зарождения кристаллов α-фазы длительны. В то же время рост α-фазы осуществляется достаточно быстро. Таким образом, образцы олова могут находиться в условиях низкой температуры в течение нескольких месяцев перед тем, как завершится процесс нуклеации и начнется рост α-фазы. Для чистого олова последующий переход происходит в течение нескольких дней и сопровождается полным разрушением образца.

Механизм нуклеации также зависит от взаимодействия белого олова с зародышами, которые имеют структуру схожую с серым оловом [2]. Это взаимодействие создает внутренние напряжения, которые оказываются достаточными для перестройки структуры в алмазную кубическую.

На сегодняшний день с “оловянной чумой” сталкиваются исключительно в лабораторных условиях. В электронной промышленности для предотвращения “оловянной чумы” используются сплавы олова с серебром, медью и свинцом [3]. Однако различные включения в олово не останавливают процесс нуклеации полностью, а лишь откладывают его или замедляют рост α-фазы.

В данной работе были произведены расчеты плотности электронных состояний и механических свойств двух фаз олова с использованием программного пакета VASP. Полученные результаты подтверждают, что в ходе изменения зонной структуры олово действительно становится полупроводником с шириной запрещенной зоны около 0,08 эВ. Малость запрещенной зоны приводит к тому, что при растяжении кристалла α-олова электроны имеют свойства Дираковских фермионов с нулевой массой. Такие необычные свойства электронов позволяют наблюдать следующие явления: сверхвысокую подвижность носителей, гигантское магнитосопротивление, переход в состояние топологического изолятора. Сравнение расчетов механических свойств двух фаз олова подтверждает хрупкость α-фазы.

Список литературы

1. Cohen E. Physico-Chemical Metamorphosis and Some Problems in Piezochemistry. New York: McGraw-Hill, 1928. 190 p.
2. Zhang Y. Modern Electroplating. / ed. by M. Schlesinger, M. Paunovic. Ch. 6. Tin and tin alloys for lead-free solder. New York: John Wiley and sons. Inc., 2010. DOI: 10.1002/9780470602638.ch6.
3. Di Maio D. Monitoring the growth of the α phase in tin alloys by electrical resistance measurements / D. Di Maio, C.P. Hunt // Journal of Electronic Materials. 2009. V. 38. № 9. P. 1874-1880. DOI: 10.1007/s11664-009-0822-3.

УДК 533.951.3

ДВИЖЕНИЕ И ЗАТУХАНИЕ СОЛИТОНА В ПЛАЗМЕ НА ПРИМЕРЕ УРАВНЕНИЯ КАВАХАРЫ

Ложкин И.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
alfizik12@gmail.com
Научный руководитель: Горев В.В., д.ф.-м.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В данной работе было посчитано затухание солитонного решения уравнения Кавахары для магнитного звука, распространяющегося под критическим углом в плазме. В магнитокумулятивных генераторах до момента возникновения неустойчивости Рэлея-Тейлора, когда лайнер начинает «гофрироваться», угол между внешним магнитным полем и направлением магнитоакустической волны почти равен критическому углу, который зависит от массы ионов в плазме [1]. При этом дисперсионный член третьего порядка в уравнении Кортевега − де Фриза становится равным нулю, и появляются дополнительные эффекты, связанные с дисперсией пятого порядка. При подстановке критического угла в дисперсионное соотношение для магнитного звука, выводится уравнение Кавахары [2]. Проведено исследование затухающего решения уравнения Кавахары с помощью масштабного преобразования [3]. Показано, что солитон слабо «расползается» со временем, поскольку при критическом угле магнитоакустическая волна менее подвержена дисперсии. Получен закон затухания амплитуды солитона Кавахары, в котором зависимость определяется только одной переменной d, которая для бесстолкновительной плазмы равна трём. Полученные в данной работе результаты могут быть использованы при моделировании магнитного звука в магнитокумулятивных генераторах.

Список литературы

1. Kakutani T., Ono H. Weak Non-Linear Hydromagnetic Waves in a Cold Collision-Free Plasma // J. Phys. Soc. Japan. 1969. V 26. № 5. pp. 1305-1309.
2. Kawahara T. Oscillatory solitary waves in dispersive media // J. Phys. Soc. Japan. 1972. V. 33. № 1. pp. 260-264.
3. Бреховских В.В., Горев В.В. Бесстолкновительное затухание солитонных решений уравнений Кортевега − Де Вриза, модифицированного уравнения Кортевега − Де Вриза и нелинейного уравнения Шредингера // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. 2015. Т. 34. № 2. С. 193-200.

УДК 681:785.5

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Сафарян А.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
artur15626@gmail.com
Научный руководитель: Голяк И.С., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
igorgolyak@yandex.ru

Неинвазивные методы исследований становятся все более востребованы в современном обществе благодаря своей безопасности, комфортности для пациентов и возможности проведения более частых мониторинговых процедур без риска осложнений. Анализ инфракрасных (ИК) спектров выдыхаемого воздуха с помощью методов машинного обучения (МО) может стать эффективным инструментом для неинвазивных исследований, предоставляя

информацию о состоянии метаболизма, наличии биомаркеров определенных заболеваний и оценке эффективности лечения. Однако, методы МО, в особенности нейронные сети, обладают не лучшей интерпретируемостью, которая необходима во время постановки диагноза, поэтому в данной работе рассмотрены методы интерпретации моделей МО, а также алгоритмы по борьбе с недостатком данных (аугментация), необходимых для качественного обучения моделей МО и их дальнейшей интерпретации.

Алгоритмы аугментации данных разделяют на 2 типа: 1) основанные на глубоком обучении; 2) основанные не на глубоком обучении [1]. Нами выбран второй тип из-за простоты реализации, скорости работы и потребности первого типа в большем количестве данных для качественной работы. Основным из реализованных нами методов, является SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique), который заключается в нахождении k ближайших соседей для выбранного объекта (в настоящей работе объектами являются ИК спектры выдыхаемого газа) и последующего создания синтетических данных путем интерполяции между выбранным объектом и его соседями в признаковом пространстве.

В качестве метода интерпретации моделей выбран метод SHAP (SHapley Additive exPlanations). SHAP представляет собой метод анализа моделей машинного обучения, который дает объяснение о том, как каждый признак (в настоящей работе признаками являются волновые числа) влияет на прогноз конкретного наблюдения. Он основан на концепции значений Шепли, происходящей из теории кооперативных игр, где "выигрыш" распределяется между всеми участниками команды. Данный метод был выбран в силу ряда преимуществ: применим к любым моделям МО, имеет математическое обоснование, имеет локальную и глобальную интерпретацию, существует удобная в работе библиотека для языка программирования Python [2].

Нами рассмотрены ИК спектры пропускания выдыхаемого воздуха пациентов с такими социально значимыми заболеваниями, как сахарный диабет первого типа, астма и пневмония, а также их молекулы-биомаркеры в выдыхаемом воздухе, к примеру, для диабета 1 типа — это ацетон, а для астмы — оксид азота [3].

К спектрам применены методы аугментации, что привело к балансировки между классами пациентов, изначальное количество спектров имело следующее распределение: здоровые – 71 шт.; диабет первого типа – 70 шт.; астма – 51 шт.; пневмония – 24 шт., после аугментации: здоровые – 71 шт.; диабет первого типа – 70 шт.; астма – 70 шт.; пневмония – 65 шт.

На новом наборе данных обучены методы МО такие, как логистическая регрессия, метод опорных векторов, случайный лес и градиентный бустинг. После чего к обученным моделям был применён метод SHAP, который показал важность волновых чисел для каждой модели. В ходе анализа полученных результатов выявлено соответствие между самыми важными признаками моделей и характерными линиями поглощения у биомаркеров рассмотренных заболеваний. Также, на основании важности признаков проведен отбор признаков, что позволило увеличить точность моделей по метрике «accuracy» в случае бинарной классификации здоровый/больной: диабет – 0.87; астма – 0.99; пневмония – 0.99.

Список литературы

1. Lundberg S.M., Lee S.I. A unified approach to interpreting model predictions // Advances in neural information processing systems. 2017. DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.1705.0787.
2. Gracia Moisés A. et al. Data Augmentation Techniques for Machine Learning Applied to Optical Spectroscopy Datasets in Agrifood Applications: A Comprehensive Review // Sensors. 2023. DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.1705.07.
3. Голяк И.С. и др. Применение машинного обучения для диагностики некоторых социально значимых заболеваний по выдыхаемому человеком воздуху методом инфракрасной лазерной спектроскопии // Оптика и спектроскопия. 2023. Т. 131. № 6. С. 825-831. DOI: 10.21883/OS.2023.06.55917.109-23.

УДК 534.283.2

ДИНАМИКА СОЛИТОНОВ КОРТЕВЕГА-ДЕ ФРИЗА В ЖИДКОСТИ С ПУЗЫРЬКАМИ ГАЗА

Щербакова А.П., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
nastya.soba4ka@yandex.ru
Научный руководитель: Горев В.В., д.ф.-м.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В данной работе исследуются такие нелинейные волны, как солитоны, которые возникают при равновесии нелинейных и дисперсионных эффектов. Они описываются с помощью уравнения Кортевега – де Фриза (КдВ) и наблюдаются в самых различных средах. Рассмотрим солитоны, возникающие при распространении звуковых волн в смеси жидкости с пузырьками. Их впервые обнаружил L.V. Wingaarden в работе [1] и получил стационарное солитонное решение для КдВ без учета диссипативных процессов. В действительности же в процессе распространения волны затухают. Далее будем искать решение уравнения КдВ с затуханием с помощью масштабного преобразования, используемого в работе [2]. Показано, что уравнение КдВ без затухающей части имеет решение в виде уединенной волны.

В качестве примера будем рассматривать затухание ультразвуковой волны в крови, содержащей контрастные вещества – газовые пузырьки (микропузырьки), покрытые вязкоупругой оболочкой, используемые для усиленного эффекта ультразвуковой диагностики. Эхо-контрастные вещества (ЭХВ) изменяют параметры взаимодействия ультразвука с тканями (поглощение, отражение, преломление), уменьшают скорость распространения волны и за счет отражающих поверхностей регистрируются ультразвуковым датчиком. Благодаря ЭХВ удалось усилить сигнал от потока крови и тем самым отличить его от окружающих сосуды органов и тканей. Этот способ ультразвукового исследования позволяет оценить перфузию крови, усилить диагностику как доброкачественных, так и злокачественных образований и т.д. Одним из самых известных эхо-контрастных препаратов является Соновью, представляющий суспензию микропузырьков, наполненных газом – гексафторидом серы, размером приблизительно 2,5 мкм, которые окружены фосфолипидной оболочкой. При исследовании различных ЭХВ были найдены зависимости коэффициента затухания от частоты в работе [3]. С помощью оцифровки графика получена степень, равная 1,7.

Список литературы

1. Van Wijngaarden L. On the equations of motion for mixtures of liquid and gas bubbles // Journal of fluid mechanics. 1968. V. 33. № 3. pp. 465-474.
2. Pereira N.R. Consequences of scaling in nonlinear partial differential equations // Journal of Mathematical Physics. 1976. V.17. № 6. pp. 1004–1007.
3. Kotopoulis S., Popa M., Mayoral Safont M., Murvold E., Haugse R., Langer A., Dimcevski G., Lam C., Bjånes T., Gilja O.H., Cormack E.M. SonoVue vs. Sonazoi vs. Optiso: Which Bubble Is Best for Low-Intensity Sonoporation of Pancreatic Ductal Adenocarcinoma // Pharmaceutics. 2022. V.14. № 98. DOI: 10.3390/pharmaceutics14010098.

СЕКЦИЯ «ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

УДК 004.89

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ AI ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ СТУДЕНТОВ В ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ (НА ПРИМЕРЕ CHATGPT-4)

Ахтямов Э.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Головной учебно-исследовательский и методический центр
aear22ts004@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Орешкина О.А., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

ChatGPT — это модель искусственного интеллекта, разработанная компанией OpenAI и способная работать в диалоговом режиме, поддерживающая запросы на естественных языках. Она обладает широким спектром умений: может вовлекать в учебный процесс через диалог; поощрять рефлексию и самообучение; увеличивать мотивацию через использование вариативных решений, контекстных подсказок и т.д., что в результате приводит к снижению нагрузки на студента.

Мы решили оценить возможности AI в образовании, способен ли он трансформировать традиционные методы преподавания и обучения, и что нужно учитывать преподавателю.

Цель исследования: изучить возможности ChatGPT для оказания помощи студентам в освоении химии и оценить его функционал и надежность. Реализация цели предусматривает следующий план работы:

1. Оценить помощь студентам в освоении лекционного материала (пояснение смысла новых терминов, незнакомых слов, размерностей)
2. Помощь в подготовке и оформлении лабораторных работ (заполнение титульного листа рабочей тетради)
3. Помощь в выполнении домашних заданий: выполнение заданий с пояснениями к решению.
4. Проверка качества выполнения решений заданий при использовании:

а) обычных условий заданий (как в задачнике);
б) адаптированных (алгоритмизированных) условий заданий;

В работе использованы учебно-методические материалы по химии [1-3].

Мы использовали AI применительно к лекционному материалу для пояснения смысла новых терминов, незнакомых слов, понятий, размерностей. В этой связи, было важно корректно поставить задачу – сформулировать вопрос. ChatGPT справлялся с этой задачей безошибочно. Также он оказался полезным в подготовке и оформлении лабораторных работ - в заполнении титульного листа рабочей тетради и формулировании выводов.

Интересно было проверить возможности AI применительно к выполнению модульных домашних заданий и заданий рубежного контроля – решению тематических задач. Мы вводили программу условия конкретных задач, согласно тексту заданий из методического пособия.

Отметили, что в большинстве случаев ChatGPT дает верные ответы с подробными пояснениями и сам предлагает свой алгоритм решений. Мы также вводили в программу адаптированные (алгоритмизированные) условия тех же самых задач – в этом случае он решал задачи по алгоритму пользователя. Ответы были идентичные.

Выяснили, что ChatGPT может быть хорошим помощником студентам в подготовке рефератов: он дает подробные ответы на все поставленные вопросы, подкрепленные примерами уравнений химических реакций.

Таким образом, охватили образовательные ресурсы всех видов занятий по химии и установили, что при корректном формулировании вопросов ChatGPT успешно справился со всеми поставленными задачами. Студенту требовалось оценить корректность ответов или решений. Для этого мы предлагали AI решение задач, рассмотренных на семинарах.

В работе представлены примеры исследований AI, демонстрирующие успехи в достижении машинного понимания. Происходит успешный диалог студента с AI.

AI трансформирует традиционные методы преподавания и обучения: он может оказать помощь в решении задач, подготовке к лабораторным работам, в написании рефератов; может работать как адаптивный тьютор и выступать в роли интеллектуального помощника для обучающегося, обеспечивая снижение учебной нагрузки на студента; с его помощью возможна адаптация процесса обучения к индивидуальным потребностям каждого студента и обеспечение лучшего понимания. AI играет важную роль в образовании, и его влияние будет возрастать.

Вместе с тем, важно осознавать и определяющие аспекты применения AI: его использование требует понимания студентом контекста и тематики. Он может работать только на основе запросов, которые ему даны; даже при корректно сформулированном запросе AI может давать неточные или неверные ответы, и вводить в заблуждение неподготовленного студента. Поэтому следует всегда проверять информацию от AI с помощью надежных источников. Такая аналитическая работа со стороны студента способствует формированию компетенции критического мышления, необходимого современному инженеру. И это положительный аспект использования AI в образовании. В то же время, с активным применением AI участие студентов в собственном обучении может снижаться: они могут превращаться в пассивных потребителей, что приведет к снижению качества обучения. Преподаватель должен понимать и учитывать все возможности и недостатки AI.

Список литературы

1. Березина С.Л. Домашнее задание по курсу химии: учебно-методическое пособие / С.Л. Березина и др.; под ред. Н.Н. Двуличанской. 2-е изд., испр. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2023. 114 с.
2. Березина С.Л. Сборник контрольных заданий для защиты лабораторных работ по курсу химии: учебное пособие / С.Л. Березина и др. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. 94 с.
3. Березина С.Л. Лабораторный практикум по курсу химии для бакалавров технических специальностей / С.Л. Березина, А.М. Голубев, В.М. Горшкова и др.; под ред. В.И. Ермолаевой, Н.Н. Двуличанской. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. 116 с.

УДК 577.152.1

БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНАЯ ТЕСТ-СИСТЕМА ДЛЯ СКРИНИНГА АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ АГЕНТОВ АМИНОГЛИКОЗИДНОГО РЯДА

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»

Разработанная нами биолюминесцентная тест-система на основе люциферазы светляков является перспективным методом для быстрого исследования эффективности действия различных антибактериальных агентов на живых бактериях. В качестве маркера жизнеспособности используется аденозинтрифосфат (АТР), который является обязательным участником биолюминесцентной реакции, поскольку АТР является универсальным источником энергии всех живых клеток, соответственно, оценив его уровень, можно сделать вывод не только о количестве живых клеток в образце, но и малейших изменениях метаболической активности.

Ранее были представлены исследования антибиотиков разных классов с помощью биолюминесцентного скрининга – полимиксинов [1] и аминогликозидов [2] на примере колистина и гентамицина соответственно. Цель данной работы – с помощью

биолюминесцентной тест-системы провести сравнение антибиотиков, принадлежащих одному классу.

Метод позволяет измерять кинетику изменения четырех параметров биолюминесцентной системы в присутствии эффекторов на живые клетки - концентрацию АТР и активность люциферазы внутри и вне клеток. В качестве модельной культуры мы использовали клетки *E.coli* BL-21 (DE3) Codon plus.

Для измерения АТР использовали специальный АТР-реагент на основе термостабильной pH-резистентной люциферазы светляков [3], содержащий все компонентны биолюминесцентной реакции кроме АТР. Содержание общего ATPtot измеряли после разрушения клеток в 100% лизирующем агенте ДМСО (диметилсульфоксиде), внеклеточного ATPex – при добавлении АТР-реагента к неразрушенным клеткам. Внутриклеточный ATPin вычисляли по разности общего ATPtot и внеклеточного ATPex. Для оценки активности экзо- и эндогенной люциферазы, к клеткам добавляли субстраты на основе люциферина с pH5.0 и pH7.8 соответственно. Измерения проводили на люминометре Zulux Corp.

В данной работе мы сравнили действие антибиотиков аминогликозидного ряда – гентамицина, неомицина и канамицина. Аминогликозиды подавляют синтез белка в клетке, путем связывания с различными структурами 30S-субъединицы рибосомы. Мы предположили, что высокомолекулярный белок люцифераза может выступать в качестве маркера повреждения системы рибосомального белкового синтеза, а также проницаемости клеточной мембраны.

Для исследования действия антибиотиков образцы клеточной суспензии с концентрацией 200 млн кл/мл инкубировали в среде LB при температуре 37°C с различными концентрациями эффекторов (от 0,56 до 14 мкг/мл) в течение трех часов при непрерывном орбитальном встряхивании со скоростью 230 об/мин.

Были найдены минимальные ингибирующие концентрации (МИК), они составили для гентацмина 2 мгк/мл, неомицина – 4 мкг/мл, канамицина – 8 мкг/мл в условиях данного эксперимента.

Наблюдали дозозависимое уменьшение внутриклеточного АТР с учетом эффективности действия антибиотика. Сохранение ненулевого уровня ATPin в клетках свидетельствует о сохранении клетками жизнеспособности. Действительно, после отделения антибиотика и помещении клеток в свежую питательную среду клетки возобновляли рост. Из представленных антибиотиков гентамицин показал более высокую эффективность и скорость действия по сравнению с канамицином и неомицином. Таким образом, остаточное содержание АТР является индикатором образования персистеров.

При высоких концентрациях антибиотика наблюдали уменьшение люциферазной активности, это может указывать на повреждение системы синтеза белка, что согласуется с механизмом действия аминогликозиов. Накопление люциферазы вне клеток свидетельствует о необратимом повреждении клеточной мембраны и гибели клеток.

Полученные результаты могут использоваться при проведении скрининга антимикробных агентов, разработке новых лекарственных форм и их композиций для изучения эффективности и механизма их действия.

Работа выполнена в рамках гос.регистрационной темы МГУ имени М.В. Ломоносова Номер ЦИТИС 121041500039-8.

Список литературы

1. Ломакина Г.Ю., Угарова Н.Н. Изучение кинетики взаимодействия колистина с живыми клетками Escherichia coli биолюминесцентным методом. // Вест. Моск. Ун-та, Сер. 2 Химия Т. 63. № 1. 2022. С. 55-63.
2. Каминская С.С. Оптимизация билюминесцентного метода для исследования механизма действия антибактериальных агентов на живые клетки E. coli // Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвящённая 170-летию В.Г. Шухова: сборник тезисов докладов. М.: «Научная библиотека», 2023. С. 689-690.

3. Koksharov M.I., Ugarova N.N. Thermostabilization of firefly luciferase by in vivo directed evolution // Protein Engineering, Design & Selection. 2011. № 24 (11). С. 835-844.

УДК 66.049.7, 577.18, 577.112

СИСТЕМЫ КОНТРОЛИРУЕМОГО ВЫСВОБОЖДЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И ПРОИЗВОДНЫХ КОЛЛАГЕНА: КРИОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Рыжкова А.С., аспирант
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
ryzhkova_as@mail.ru
Научные руководители: Верная О.И., к.х.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»,
Шабатина Т.И., д.х.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Материалы на основе желатина и гидролизованного коллагена, благодаря уникальным физико-химическим свойствам, биосовместимости и возможности биодеградации, являются перспективными с точки зрения фармацевтической химии. Матрицы, состоящие из этих полимеров, могут быть использованы как носители в системах направленной доставки и контролируемого высвобождения лекарственных веществ [1].

Хитозан является деацетилированным производным хитина, одного из самых распространенных природных полимеров. Хитозан обладает собственными биологическими свойствами, такими как мукоадгезивные, гемостатические и антимикробные [2]. Синтез комбинированных систем, состоящих из хитозана и производного коллагена, позволит получить материалы, обладающие ценными свойствами обоих этих полимеров.

В данной работе получены системы замедленного высвобождения антибактериального препарата диоксидина на основе двухкомпонентных полимерных матриц гидролизованный коллаген/хитозан и желатин/хитозан. Диоксидин – антибактериальный лекарственный препарат широкого спектра действия, который используют в том числе при лечении гнойных бактериальных инфекций [3]. Кинетику выделения этого препарата можно отслеживать спектрофотометрически в видимой области, так как его растворы окрашены в желтый цвет.

Системы контролируемого высвобождения диоксидина получены с использованием криохимических технологий при различных условиях низкотемпературного синтеза. В ходе работы меняли такие параметры, как вид сшивающего агента (натрия триполифосфат и глутаровый альдегид), степень гидролиза коллагена в составе используемых прекурсоров, концентрация производных коллагена в растворе предшественнике (1,5-4,5 %), а также концентрация хитозана в растворе предшественнике (1,5-3%).

Для определения влияния условий синтеза на состав, структуру, и свойства полученных материалов применяли методы Фурье ИК-спектроскопии и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Введение хитозана в получаемые системы приводит к усложнению зависимости времени высвобождения лекарственного вещества от концентрации полимера в растворе предшественнике. Согласно микрофотографиям СЭМ, в отличие от однокомпонентных, двухкомпонентные матрицы имеют макропористую структуру. Использование в качестве сшивающего агента глутарового альдегида приводит в случае систем «диоксидин/желатин/хитозан-1,5%» к росту среднего диаметра пор от десятков до сотен мкм при увеличении концентрации желатина в растворе предшественнике. Для систем «диоксидин/желатин/хитозан-3%» и «диоксидин/гидролизованный коллаген/хитозан» заметного изменения пор с увеличением концентрации производных коллагена не наблюдается. В случае систем «диоксидин/желатин/хитозан», сшитых триполифосфатом, с увеличением концентрации желатина в растворе предшественнике средний диаметр пор растет в 1,5 -3 раза.

Время высвобождения лекарственного компонента растет с уменьшением концентрации желатина в системах «диоксидин/желатин/хитозан-1,5%» (сшивающий агент глутаровый альдегид) и диоксидин/желатин/хитозан (сшивающий агент триполифосфат) и не зависит от концентрации гидролизованного коллагена в системах «диоксидин/гидролизованный коллаген/хитозан». В отсутствие хитозана время высвобождения диоксидина из матрицы на основе производных коллагена не зависело от длины пептидных цепочек прекурсора и росло с увеличением его содержания в растворе предшественнике.

Список литературы

1. León-López A.; Morales-Peñaloza A.; Martínez-Juárez V.M.; Vargas-Torres A.; Zeugolis D.I.; Aguirre-Álvare G. Hydrolyzed Collagen—Sources and Applications // Molecules. 2019. V. 24. DOI: 10.3390/molecules24224031.
2. Wang J. Zhuang Sh. Chitosan-based materials: Preparation, modification and application // Journal of Cleaner Production. 2022. V. 355. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.131825.
3. Падейская Е.Н. Антибактериальный препарат диоксидин: итоги и перспективы применения в клинической практике // Новые лекарственные препараты. 1989. Т. 7. С. 1-18.

УДК 547.458.68/615.014.2

АДДУКТООБРАЗОВАНИЕ ФЕНОЛФТАЛЕИНА С β-ЦИКЛОДЕКСТРИНОМ В БОРАТНОМ БУФЕРНОМ РАСТВОРЕ

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 молекул включения на основе β-циклодекстрина относится к наиболее перспективным и быстро развивающимся направлениям в химии и медицине. Циклодекстрины представляют собой продукты конденсации глюкозы, что делает их безвредными, хорошо растворимыми в воде и позволяет использовать циклодекстрины и их производные для получения биологически активных соединений.

Яркой особенностью аддуктов β-циклодекстрина является нековалентное взаимодействие со структурой «хозяина» [1, 2]. Удерживание молекул «гостей» в полости β-циклодекстрина обусловлено множественными ван-дер-ваальсовскими межмолекулярными связями, образованными главным образом за счет диполь-дипольного взаимодействия между первичными и вторичными спиртовыми группами гликозидных фрагментов олигомера и молекулами гостей.

Существенный вклад в ван-дер-ваальсовское взаимодействие гостя и хозяина часто вносят водородные связи, формирующиеся между поляризованной связью O-H β-циклодекстрина и отрицательно заряженным ионом. В некоторых работах особенно подчеркивается, что аддуктообразование термодинамически более выгодно для анионов. Однако данный факт не исключает образование устойчивых комплексов β-циклодекстрина с нейтральными молекулами по типу водородных связей.

Фенолфталеин известен не только в качестве индикатора, но и в качестве пургена (ранее широко применяемое слабительное средство). Окрашенная форма фенолфталеина, содержащая хиноидный фрагмент, характерна только для двухзарядных ионов. Протонированная, незаряженная форма фенолфталеина, устойчивая в кислотной и нейтральной средах, и трехзарядная анионная форма, существующая в сильно щелочной среде, не имеют окраски.

Особенностью поведения фенолфталеина в водных растворах является зависимость коэффициента молярной экстинкции ε от кислотности или основности среды, обусловленная сосуществованием различных форм (окрашенных и неокрашенных) при всех значениях pH [3].

Так, в боратном буферном растворе при pH 9,7 присутствуют две депротонированные формы индикатора: окрашенная и бесцветная.

Благодаря тому, что раствор β-циклодекстрина не поглощает электромагнитное излучение в оптической области, а раствор фенолфталеина (при pH 9,7) имеет единственную полосу поглощения при длине волны 553 нм, спектрофотометрический анализ позволяет изучить особенности аддуктообразования фенолфталеина с β-циклодекстрином.

Из литературы известно, что аддукт β-циклодекстрина и фенолфталеина, имеющий молярный состав 1:1, не поглощает электромагнитное излучение видимой области спектра, поэтому в процессе образования комплекса включения происходит ослабление окраски фенолфталеина в боратном буферном растворе. Такое поведение красителя в литературе объясняют образованием закрытой (неокрашенной) формы индикатора при образовании аддукта, обусловленной пространственными затруднениями, вызванными ограниченностью объема полости β-циклодекстрина. Однако экспериментальные данные показали, что оптическая плотность раствора фенолфталеина при 553 нм не линейно изменяется при увеличении начальной концентрации β-циклодекстрина, добавляемого к щелочному раствору фенолфталеина, а описывается гиперболической зависимостью (окраска сохраняется при довольно больших концентрациях β-циклодекстрина). Следовательно, можно сделать вывод что, во-первых, в аддуктообразовании, по-видимому, участвует неокрашенная трехзарядная анионная форма фенолфталеина. Во-вторых, между окрашенной и бесцветной формами индикатора в щелочном растворе существует устойчивое равновесие, положение которого изменяется за счет извлечения неокрашенной формы фенолфталеина в результате образовании комплекса включения с β-циклодекстрином. Смещение положения равновесия между сосуществующими в боратном буферном растворе окрашенной и бесцветной формами индикатора приводит к ослаблению окраски раствора фенолфталеина. В-третьих, полное исчезновение окраски фенолфталеина не происходит даже при высоких концентрациях β-циклодекстрина из-за существующего равновесия гость-хозяин в щелочном буферном растворе.

Список литературы

1. Никитин Н.А. Циклодекстрины и их комплексы включения (обзор литературы) // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2015. № 6. С. 3-11.
2. Lee J. et al. Noncovalent complexes of cyclodextrin with small organic molecules: Applications and insights into host–guest interactions in the gas phase and condensed phase // Molecules. 2020. № 18 (25). DOI: https://doi.org/10.3390/molecules25184048.
3. Tamura Z. et al. Spectrophotometric analysis of the relationship between dissociation and coloration, and of the structural formulas of phenolphthalein in aqueous solution // Analytical sciences. 1996. № 6 (12). pp. 927-930.

СЕКЦИЯ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»

УДК 519.146

ПРИМЕНЕНИЕ ГИПЕРПИРАМИДЫ ПАСКАЛЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ МОДЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ

Ершов Г.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
ershovga@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Прозоровский А.А., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В данной работе рассматриваются три различные задачи дискретной математики, для решения которых применяется структура гиперпирамиды Паскаля [1].

В качестве первой задачи была рассмотрена классическая задача о количестве мономов полной степени n от q переменных. Удалось доказать, что $Q = L_{\Delta_{q-1}}(n) = C_{n+q-1}^{n}$, где Q – количество мономов полной степени n от q переменных или количество мономов полинома $\left(x_1 + x_2 + \cdots + x_q\right)^n$, $L_{\Delta_{q-1}}(n)$ – многочлен Эрхарта для (q-1)-мерного симплекса. Таким образом удалось показать связь между теорией многогранников Эрхарта и гиперпирамидой Паскаля.

В качестве второй задачи был рассмотрен вопрос о комбинаторности структуры гиперпирамиды Паскаля при помощи теории формальных языков. Рассматривался язык I над алфавитом Σ с фиксированным количеством букв m (Σ = {a,b,c,…,r}, | Σ | = m), состоящий из слов фиксированной длины n: $I \subset \Sigma^*, I = \{w: |w| = n\}$. Нетрудно понять, что |I| = m^n. Сколько существует в таком языке слов из фиксированного набора букв? Пронумеруем буквы алфавита в том порядке, в котором они записаны в Σ. Заметим, что если заранее знать, какой именно набор букв дан, то можно однозначно установить, сколько слов N в таком языке можно составить из данного набора при помощи мультиномиального коэффициента или же перестановок с повторениями:

$N = \binom{n}{k_1, k_2, \dots, k_m}$, где значениям $k_1, k_2, \dots, k_m$ соответствует число вхождений соответстсующей по номеру буквы в слово. Показано, что количество различных групп слов P, составленных из различных наборов букв, $P = C_{n+m-1}^{n}$.

Установлено, что гиперпирамида Паскаля является наглядным представлением взаимосвязи между основными формулами комбинаторики, в связи с чем удобно рассматривать различные количественные задачи разбиения множеств на подмножества разной характеристики, выделения множеств объектов, обладающих различными характеристиками. О структуре пирамиды и гиперпирамиды Паскаля можно добавить следующее: на “гранях” стоят числа сочетаний, числа внутри пирамиды образуют перестановки с повторениями, “центральные” числа определяются перестановками.

В качестве третьей задачи был рассмотрен вопрос о способе подсчёта различных путей на графе-решётке конечной размерности при помощи чисел гиперпирамиды Паскаля. Рассмотрим бесконечный ориентированный граф-решётку [2]. Множество вершин такого графа-решётки - $L' = Z_{\geq 0}^{q} \subset R^q$. Из каждой вершины x с координатами (m,n,…,r) выходит q дуг: первая дуга в вершину (m+1,n,…,r), вторая – в вершину (m,n+1,…,r), …, q–ая – в вершину (m,n,…,r+1). При этом длины всех дуг равны 1. Разметим граф-решётку с множеством вершин L' так, что каждой вершине x которого будет сопоставлено число p(x) – число путей, ведущих из точки (0,0,…,0) в точку x=(m,n,…,r). Удалось показать, что $\mathrm{p(x)} = \mathrm{p(m, n, \dots, r)} = \frac{(m+n+\cdots+r)!}{m!n!\dots r!}$. Можно показать, что описанный граф-решётка задаёт в пространстве гиперпирамиду Паскаля.

Общее количество N путей на ограниченном участке такого графа-решётки (при $s \in Z_{\geq 0}$ и $s \leq k$, где k – фиксированное целое неотрицательное число, нумерация s начинается с 0 в качестве вершины). Тогда

$$N = \sum_{s=0}^{k} q^s$$

Если же мы хотим получить количество путей N_1 на таком графе считая от O (0,0,…,0) до вершин определённого «уровня», - s фиксированное, то

$$N_1 = q^s$$

Список литературы

1. Бондаренко Б.А. Обобщённые треугольники и пирамиды Паскаля, их фрактали, графы и приложения. Ташкент: Фан, 1990. 192 с.
2. Ерусалимский Я.М. 2–3 пути на графе-решетке. Случайные блуждания // Математические заметки. 2018. Т. 104. В. 3. С. 396–406
3. Мерзон Г.А. Целые точки в многоугольниках и многогранниках // Математическое просвещение, Сер. 3. В. 25. М.: МЦНМО, 2020. С. 110–122.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

УДК 517.977.1

СТАБИЛИЗАЦИЯ ТРЕХЗВЕННОГО МЕХАНИЗМА С ОДНОЙ ЗАКРЕПЛЕННОЙ ТОЧКОЙ И ДВУМЯ УПРАВЛЯЮЩИМИ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ

Арцибасов А.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
anthony.artsibasov@gmail.com
Научный руководитель: Фетисов Д.А., д.ф.-м.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Объектом рассмотрения является механизм, состоящий из трех звеньев I, II и III, закрепленных посредством шарниров P_1 и P_2. Конец P_0 звена I, не совпадающий с P_1, закреплен, а управлениями служат крутящие моменты u_1 и u_2 в шарнирах P_1 и P_2.

Целью работы является стабилизация данного механизма относительно заданного положения равновесия за счет определенного выбора управлений u_1 и u_2. Стабилизация механизма может быть достигнута за счет нахождения такого выхода, относительно которого система, описывающая движение механизма, становится минимально фазовой.

Движение механизма описываются уравнениями Лагранжа второго рода [1] следующим образом:

$$D(q)\ddot{q} + F(q,\dot{q}) = (0, u_1, u_2)^T,$$

где $q = (q_0, q_1, q_2)^T$, q_0 – угол между осью звена I и горизонтальной прямой, проходящей через P_0, q_1 – угол между осями звеньев I и II, q_2 – угол между осями звеньев II и III, $\dot{q}, \ddot{q}$ – первая и вторая производные по времени от вектора q соответственно, $D(q)$ – квадратная матрица размера 3, $F(q,\dot{q})$ – вектор длины 3. Компонентами матрицы $D(q)$ и вектора $F(q,\dot{q})$ являются гладкие функции $d_{i,j}(q)$, $i,j = 0,1,2$, и $F_k(q,\dot{q})$, $k = 0,1,2$ соответственно.

Введение новых переменных состояния системы $\sigma = d_{0,0}\dot{q}_0 + d_{0,1}\dot{q}_1 + d_{0,2}\dot{q}_2$ и $\ddot{q}_2$, а также использование предложенной в статье [2, 3] функции $p_1(q)$:

$$p_1(q) = q_0 + \int_0^{q_1} \frac{d_{0,1}(\tau, q_2)}{d_{0,0}(\tau, q_2)} d\tau,$$

позволяют составить новый выход $y = (y_1, y_2)$, относительно которого система становится минимально фазовой. Для таких систем задача стабилизации легко решается за счет определенного выбора управлений как функций переменных состояния новой системы.

Найденный выход был использован при стабилизации трехзвенного механизма с конкретными значениями длин и масс звеньев I, II и III. В данной работе необходимо было стабилизировать положение равновесия $Q^{(e)}$:

$$Q^{(e)} = \left(q_0^{(e)}, q_1^{(e)}, q_2^{(e)}, \dot{q}_0^{(e)}, \dot{q}_1^{(e)}, \dot{q}_2^{(e)}, \ddot{q}_2^{(e)}, \sigma^{(e)}\right) = \left(\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{2}, -\frac{\pi}{2}, 0, 0, 0, 0\right).$$

Было проведено численное интегрирование системы, описывающей движение механизма. В результате переменные состояния системы стабилизировались относительной заданного положения равновесия $Q^{(e)}$, а полученные зависимости переменных состояния от времени позволили воссоздать то управление, которое было задействовано при интегрировании.

Список литературы

1. Дронг В.И. Курс теоретической механики: учебник для вузов / Дронг В.И., Дубинин В.В., Ильин М.М. и др.; ред. Колесников К.С. 3-е изд., стер. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 735 с.
2. Isidori A. Nonlinear control systems. / 3rd edition. London: Springer-Verlag, 1995. 550 p.
3. Chevallereau C., Grizzle J.W., Moog C.H. Nonlinear Control of Mechanical Systems with one Degree of Underactuation // Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation ICRA 2004 (USA, New Orleans, 2004). DOI:10.1109/ROBOT.2004.1307392.

УДК 517.977

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АНТИАНГИОГЕННОЙ ТЕРАПИИ

Гулян Д.Г., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
gulyandavid@mail.ru
Научный руководитель: Виноградова М.С., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В настоящее время основным методом борьбы с раковыми опухолями остается химиотерапия. Однако из-за ряда существенных недостатков химиотерапии и особенностей развития раковых опухолей возникла необходимость в разработке нового метода лечения – антиангиогенной терапии. Ее цель заключается в подавлении роста новых кровеносных сосудов, что, в свою очередь, помогает предотвратить развитие раковых опухолей [1]. Для блокирования этого процесса используется дорогостоящий препарат – эндостатин. Поэтому помимо задачи уменьшения размеров опухоли, стоит задача достижения необходимого результата минимально возможными дозами препарата.

В настоящей работе исследуется нелинейная трехмерная модель, полученная в статье [2]:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -\lambda_1 x_1 \ln\dfrac{x_1}{x_2}, \\ \dot{x}_2 = b x_1 - d {x_1}^{2/3} x_2 - e x_2 x_3, \\ \dot{x}_3 = -\lambda_3 x_3 + u. \end{cases} \tag{1}$$

Основными количественными показателями в модели (1) являются объем опухоли x_1, объем эндотелия x_2, концентрация препарата (ингибитора ангиогенеза) x_3 и ежедневная его доза u. Параметрами модели являются λ_1 – скорость роста опухоли, 1/день; b – коэффициент образования кровеносных сосудов, 1/день; d – коэффициент гибели кровеносных сосудов, 1/(мм$^{2/3}$ · день); e – скорость сосудистой инактивации, кг/(мг · день); λ_3 – клиренс препарата, 1/день. Управлением в данной системе является доза u подаваемого препарата. При моделировании процесса используются следующие параметры системы: $\lambda_1 = 0.0834$, $b = 5.85$, $d = 0.00873$, $e = 0.66$, $\lambda_3 = 1.7$. В качестве начальных значений для объемов опухоли и эндотелия выбраны значения, равные 200 мм^3, что соответствует ранней стадии развития рака.

В случае отсутствия лечения ($u = 0$) единственным положением равновесия системы при выбранных параметрах является точка (17346.5; 17.346.5; 0), соответствующая летальному исходу. Значения объемов рака и эндотелия окажутся в некоторой окрестности положения равновесия через 4 месяца, при этом быстрый рост эндотелия в первые 2 месяца провоцирует ускоренный рост самой опухоли.

Для достижения результатов по уменьшению объемов опухоли в [3] решена терминальная задача, состоящая в нахождении программного управления $u = u_p(t)$, переводящего исходную динамическую систему за некоторый отрезок времени из начального состояния в конечное. В качестве начального состояния ($t = 0$) выбрана точка (200; 200; 8.4113), в качестве конечного ($t = 62$) – точка (2; 1.75; 8.8426). Для решения поставленной терминальной задачи система преобразуется к каноническому виду, затем строится многочлен пятой степени. В результате, при

одноэтапной схеме лечения происходит плавное уменьшения объемов опухоли и эндотелия и расходуется доза препарата $x_3^{total} = 2015.9$ мг/кг. При многоэтапной схеме лечения происходит скачкообразное изменение объема эндотелия и быстрое уменьшение объема опухоли с меньшим расходом препарата ($x_3^{total} = 1581.9$ мг/кг).

В настоящей работе предлагается управление на основе нейронных сетей. Для реализации управления была построена двухслойная нейронная сеть с функцией активации ReLU (Rectified Linear Unit). Из результатов следует, что в первые несколько дней повышенные дозы препарата позволяют резко уменьшить объемы опухоли и эндотелия. В течении следующих 30 дней доза уменьшается, а затем вновь увеличивается в последние 20 дней для поддержания состояния пациента. Изменение объема эндотелия происходит без скачков, а количество израсходованного препарата составляет $x_3^{total} = 1744.7$ мг/кг.

Таким образом, использование нейронных сетей при построении схемы лечения позволило найти компромисс между одноэтапной и многоэтапной схемами лечения на основе программного управления: ускоренное уменьшение опухоли происходит без опасного скачкообразного изменения объемов эндотелия, доза препарата при этом увеличивается не более чем на 170 мм/кг.

Список литературы

1. Соляник Г.И. Противоопухолевая антиангиогенная терапия: принципы, проблемы, перспективы // Онкология. 2006. Т. 8. № 2. С. 206-208.
2. Drexler D., Kovacs L., Sapi J., Harmati I., Benyo Z. Model-based analysis and synthesis of tumor growth under angiogenic inhibition: a case study // Proceedings of the 18th IFAC World Congress. Ser. World Congress. V. 18. Part 1. Oxford: IFAC Publ., 2011. P. 3753-3758. DOI: 10.3182/20110828-6-IT-1002.02107.
3. Мухоморова О.Ю., Крищенко А.П. Анализ модели развития раковой опухоли и построение схем антиангиогенной терапии на начальной стадии // Математика и математическое моделирование. МГТУ им Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 3. С. 39-58. DOI: 10.7463/mathm.0315.0790877.

УДК 004.032.26

ПРЕДСКАЗАНИЕ РЕЙТИНГА ПОСТА СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Журавлев И.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
zhursvlevy@mail.ru
Мельников В.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
decicle@yandex.ru
Рудометова М.О., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
mashulya.rudik008@mail.ru
Научный руководитель: Тверская Е.С., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Удовлетворенность пользователя в социальной сети в основном зависит от качества и релевантности рекомендованного контента. Обычно рекомендация публикации для пользователя основывается исключительно на личных предпочтениях самого пользователя, которые можно выразить при помощи некоторых ключевых тематик, ключевых слов – тегов. И зачастую правильно классифицированные по тегам публикации обеспечивают удовлетворенность активного пользователя социальной сети, позволяя самостоятельно регулировать контент.

Однако даже в любимой категории пользователя публикации могут оказаться плохими, не говоря уже о том, что авторы довольно часто неправильно проставляют ключевые слова для своих постов. В этом случае в дело вступает рейтинг – совокупность положительных и отрицательных оценок, которые оставили пользователи для каждой публикации. Рейтинг позволяет отсортировать все возможные публикации по некоторому показателю качества и получить действительно лучшие из них. Однако встает проблема работы с новыми публикациями, не имеющими какого-либо рейтинга. Так, в работе решается проблема автоматического тегирования публикации, а вместе с тем предлагается решение задачи оценки качества новой публикации с помощью методов регрессии с целью улучшить опыт взаимодействия пользователя с социальной сетью.

Базовое решение задачи предсказания рейтинга поста представляет собой линейную регрессию с целевой переменной в виде нормализованного вектора значений оценок. Для повышения точности предсказания применялись метод ансамблевого машинного обучения и подходы, основанные на глубоком обучении. Для учёта количества оценок применялась стандартизация целевой переменной с использованием показателя Уилсона. В качестве ансамблевого метода обучения использовался градиентный бустинг в реализации CatBoost [1]. Преимущество такой реализации – она не требует предварительной обработки категориальных признаков, что приводит к первой стратегии обучения: обучать модель, подавая на вход текст публикации после применения лемматизации. Вторая стратегия – подавать эмбеддинги текста публикации, построенные методом векторизации tf-idf (term frequency - inverse document frequency). При третьей стратегии обучения на входе модель принимает векторное представление текста публикации, взвешенное по частоте появления, полученное с использованием способа векторизации word2vec и взвешенной оценки tf-idf. В двух последних стратегиях модель принимала на вход эмбеддинги текста публикации, полученные после обучения языковой модели BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) и точной настройки её параметров.

Для задачи автоматического тегирования публикаций предлагается два подхода, основанные на методах машинного обучения и методах глубокого обучения. Первый подход подразумевает под собой использование латентного размещения Дирихле, более известного как Latent Dirichlet Allocation [2]. Предлагается сделать следующее: при помощи средств тематического моделирования выделить из всех публикаций некоторое количество тем, которое соответствует числу рассматриваемых ключевых тематик в датасете. Так будут получены группы вероятностей слов, где каждая представляет собой некоторую тему. Впоследствии полученные группы необходимо соотнести с рассматриваемыми ключевыми тематиками. Один из способов – отсортировать темы и теги по частоте появления и сопоставить их в соответствии с позициями в этой сортировке. Еще один способ – сопоставить темы тегам вручную, проанализировав слова, составляющие соответствующие группы. Второй подход решения задачи – это классическое решение задачи многоклассовой, многозначной классификации.

Как результат, ключевой особенностью задачи прогнозирования рейтинга является нормализация целевых показателей с использованием показателя Уилсона, что приводит к повышению качества в 4 раза по сравнению с результатом базовой модели (коэффициент детерминации 0.061), основанной на простой стандартизации данных. Наилучшее качество было получено при использовании тонко настроенной языковой модели BERT, где измеренный коэффициент детерминации показал значение равное 0.258. Подобное можно высказать и о задаче автоматического тегирования публикации. Благодаря грамотной обработке входных данных, их нормализации и фильтрации, можно получить качественное решение задачи практически на любой возможной модели, что позволяет выбирать между качеством, скоростью и легковесностью модели. Тем не менее, лучший результат задачи классификации получен при использовании рекуррентной нейронной сети LSTM (Long-Short Term Memory), обученной на данных, преобразованных эмбеддингами word2vec. Такая модель показала коэффициент полноты по первым десяти предсказанным элементам равный 0.521.

Список литературы
1. Prokhorenkova L., Gusev G., Vorobev A., Dorogush A., Gulin A. CatBoost: unbiased boosting with categorical features. // Advances in Neural Information Processing Systems. 2018. № 31. pp. 6638–6648. URL: https://arxiv.org/pdf/1706.09516.pdf (Дата обращения 01.05.2024)
2. Blei D., Ng A., Jordan M. Latent Dirichlet Allocation. // Journal of Machine Learning Research. 2003. № 3. pp. 993–1022.

УДК 004.855.6

ПРИМЕНЕНИЕ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПОИСКА АНОМАЛИЙ В АСТРОНОМИЧЕСКИХ КАРТАХ

Каркин И.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
karkinia@yandex.ru
Научный руководитель: Савелова Е.П., д.ф.-м.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Использование методов машинного обучения в астрономии позволяет эффективно анализировать большие объемы данных и выявлять нетипичные структуры на астрономических картах. В работе предложен подход для обнаружения областей на картах реликтового излучения миссии "Планк", отклоняющихся от ожидаемой картины излучения в стандартной космологической модели. Аномалии могут быть связаны со скоплениями галактик, сверхновыми или другими небесными объектами.

Для анализа реликтового излучения используются данные миссии "Планк". Общий размер выборки составляет около 350 миллионов измерений. Карты представлены в формате HEALPix. Выбраны карты на частотах 70, 100, 143, 217, 353, 545, 857 ГГц с разрешением Nside 2048. Центральная полоса в 10° удаляется с карт из-за следа галактики “Млечный Путь”. Для уменьшения шума данные сглаживаются по Гауссу с ядром 0,15°. После этого производится нормировка интенсивности излучения: для частот 70, 100, 143 ГГц использовалась формула (1.1); для 217 ГГц - (1.2); 353, 545, 857 ГГц - (1.3). Для формирования обучающей выборки $\{X_i\}_{i=1}^{1500\times1024}$ случайные участки карты размером 2° проецируются на плоскость с разрешением 128x128 пикселей.

$$\hat{\xi} = \frac{\xi - \mu}{\sigma} \tag{1.1}$$

$$\hat{\xi} = \frac{\log \xi - \mu}{\sigma} \tag{1.2}$$

$$\hat{\xi} = 4\frac{\log \xi - z_{0.5}}{z_{0.975} - z_{0.025}} - 2 \tag{1.3}$$

Нейросеть представляет собой шумоподавляющий автокодировщик на основе VGG19[1]. Кодировщик $f\colon \mathbb{R}^{128\times128\times7} \to \mathbb{R}^N$ состоит из 5 базовых блоков, каждый блок содержит сверточные слои, нормализацию по батчу, функцию активации LeakyReLU и слой dropout. Выход последнего полносвязанного слоя имеет размерность N=128, вместо softmax используется tanh активация. Декодировщик $g\colon \mathbb{R}^N \to \mathbb{R}^{128\times128\times7}$ имеет обратное расположение блоков, а также используется свертка с дробным шагом. Для регуляризации в нейросеть подаются зашумленные изображения, у которых обнулены 50% пикселей. По ним нейросеть обучается предсказывать полные сглаженные изображения. Это позволяет получить качественные векторные представления изображений. При обучении использовался метод Adam и функция ошибки (2).

$$L(y,\hat{y}) = 5\sum_{i=1}^{128\times128} y_i \log\left(\frac{y_i}{\hat{y}_i}\right) + \sum_{i=1}^{128\times128} \frac{(y_i-\hat{y}_i)^2}{2} \quad (2)$$

После обучения была составлена новая выборка $\{f(X_i)\}_{i=1}^{10\times1024}$ из векторов признаков, на которой выявлялись аномалии. Для выявления аномалий используются три различных подхода. Первый подход — статистический. Предлагается анализировать распределения данных в выборке, а затем определять точки, которые отклоняются от этого распределения. Схема алгоритма статистической модели:

1. Для каждой проекции $\{f(X_i)^j\}_{i=1}^{10\times1024}$ на j-й элемент базиса векторов выборки строится оценка функции плотности вероятности.
2. Для каждого распределения плотности строится 95% доверительный интервал и определяются $f(X_i)^j$ элементы выборки, которые не лежат в этом интервале.
3. Для каждого i определяется является ли элемент $f(X_i)$ аномальным. Если k и более проекций $f(X_i)^j$ элемента$f(X_i)$ не принадлежат соответствующим доверительным интервалам, то $f(X_i)$ считается аномальным.

Второй подход — использование кластеризации, допускающей наличие аномальных данных. Выдвигается гипотеза о распределении объектов: нормальные объекты образуют один плотный кластер, а аномальные расположены разреженно на периферии кластера. В качестве алгоритма выбран DBSCAN[2]. Для подбора параметров использовался GridSearchCV. Описанная процедура позволяют разбить все объекты на два класса. При росте числа аномалий увеличивается полнота класса аномалий, но уменьшаться точность.

Третий подход — анализ ошибок реконструкции. В качестве аномальных объектов из выборки $\{f(X_i)\}_{i=1}^{10\times1024}$ выбираются M наибольших по отношению порядка $\preccurlyeq$, где $X_i \preccurlyeq X_j \Leftrightarrow \sum_{k=1}^{128\times128} \frac{\left(X_i^k - f(g(X_i))^k\right)^2}{2} \leq \sum_{k=1}^{128\times128} \frac{\left(X_j^k - f\left(g(X_j)\right)^k\right)^2}{2}$.

Сравнивая с маской загрязненных регионов из второй общедоступной базы миссии "Планк", можно получить оценку точности моделей на тестовой выборке. Статистическая модель обнаружила 200 аномалий, из них 5 ошибочных (точность – 97,5%). Модель кластеризации – 210 аномалий, из них 8 ошибочных (точность – 96,2%). Модель реконструкции ошибок выявила 300 аномалий, из них 27 ошибочных (точность - 91,0%).

Итак, предложенный подход помогает обнаруживать аномалии и автоматизировать поиск интересных структур в больших объемах астрономических данных.

Список литературы

1. Simonyan K., Zisserman A. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition //arXiv preprint arXiv:1409.1556. 2014.
2. Ester M. et al. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise // KDD. 1996. V. 96. № 34. P. 226-231. URL: https://api.semanticscholar.org/CorpusID:355163 (Дата обращения 01.05.2024).

УДК 004.032.26

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДЕТЕКЦИИ ДЛЯ НАБОРА ДАННЫХ KITTY DATASET

Переверзев В.О., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
vpereverzev1200@gmail.com
Научный руководитель: Фетисов Д.А., д.ф.-м.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В нашем информационном мире есть большой запрос на автоматизацию многих рутинных процессов за счет использования ИИ.

Например, одной из актуальных задач компьютерного зрения является детекция – локализация и классификация объектов на фото.

Алгоритмы детекции используются в разных областях, например: распознавание лиц и людей, интеллектуальная видео аналитика, автономные транспортные средства, навигация дрона.

В данной работе решалась задача детекции на примере данных из набора [1]. Этот набор данных состоит из фотографий, снятых на дорогах, магистралях и т.д. Один из распространенных подходов в компьютерном зрении – взять большую модель, обученную на большом массиве данных и потом дообучить модель на своем специфическом наборе данных, при этом изменить последний слой модели – он должен выдавать предсказания для пользовательских классов. В данной работе мы воспользовались этой техникой на примере моделей yolov5 и Faster R-CNN.

При сопоставлении моделей однозначно победила yolo – время обучения у нее меньше, при этом метрики качества детекции выше, не говоря уже о том, что инференс у yolo тоже значительно быстрее Faster R-CNN. Метрики recall и precision получились в районе 0.8, у yolo несколько больше, у Faster R-CNN – меньше. Ситуация с mAP аналогичная – в районе 0.7.

Также в работе решена задача оптимизации yolo, были рассмотрен подход дистилляции знаний. Идея дистилляции в том, чтобы использовать при обучении модели с меньшим количеством параметров не только истинные метки, но и знания модели более сложной архитектуры.

За счет этого подхода мы должны получить менее тяжелую модель, но с более высокими метриками. Была реализована идея дистилляции, предложенная в [2]. Суть идеи в том, чтобы использовать при обучении признаки модели учителя, используя только те пиксели, которые входят в маску, специальную для каждой фотографии. В маску входят те участки фотографии, в которых содержатся объекты, масштаб которых меньше или некоторой доли, по сравнению с самым большим объектом для фото. Вычислительный эксперимент показал, что лучшее значение доли – 0.5. Мы предполагаем, что обобщающая способность сети зависит от то того, насколько хорошо она распознает и локализирует объекты, которые имеет небольшой масштаб и находятся рядом с более крупными. Использования этого подхода позволило улучшить mAP на 0.1 у модели yolov5s (1.9M параметров), в качестве модели учителя была использована модель yolov5l (46.5M параметров).

В качестве направления дальнейших исследований стоит отметить большие перспективы использования прунинга для ускорения работы моделей компьютерного зрения.

Список литературы

1. Geiger A., P. Lenz, C. Stiller, R. Urtasun. Vision meets Robotics: The Kitti Dataset // The International Journal of Robotics Research. 2013. V. 32. № 11. C. 1231-1237. DOI: 10.1177/0278364913491297.

2. Wang T., Yuan L., Zhang X., Feng J. Distilling object detectors with fine-grained feature imitation // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. (USA, Long Beach, 15-20 June 2019). IEEE, 2019. pp. 4933-4942. DOI: 10.1109/CVPR.2019.00507.

УДК 517.925.51

БИФУРКАЦИИ В СИСТЕМЕ «ХИЩНИК-ЖЕРТВА» С ИНФЕКЦИЕЙ

Поддерегин О.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»
podderegino@gmail.com
Научный руководитель: Крищенко А.П., чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Ставится задача исследования поведения траекторий системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающей взаимодействие инфицированных жертв и хищников [1]:

$$\dot{x}_1 = b_1(x_1 + x_2)(1 - x_1) - \frac{x_1 x_3}{b_2 + x_1 + x_2} - b_4 x_1 x_2,$$
$$\dot{x}_2 = b_4 x_1 x_2 - \frac{x_2 x_3}{b_2 + x_1 + x_2} - b_5 x_2 - b_1(x_1 + x_2)x_2,$$

$$\dot{x}_3 = \frac{(x_1 + x_2)x_3}{b_2 + x_1 + x_2} - b_3 x_3, \qquad (3)$$

где $x = (x_1, x_2, x_3) \in \mathbf{R}^3_{+,0} = \{x \geq 0\}$, x_1 (x_2) – плотность популяции восприимчивых к инфекции (инфицированных) жертв, а x_3 - плотность популяции хищников. Параметры неотрицательны.

Доказано, что у системы (1) при любых значениях параметров существует аттрактор. Для этого методом локализации инвариантных компактов [2] найдены компактные локализирующие множества

$$\Omega_{2,\varepsilon_1,\varepsilon_2} = \{x_1 + x_2 \leq 1 + \varepsilon_1, x_1 + x_2 + x_3 \leq \varepsilon_1 + b_1/(4b_3) + \varepsilon_2\} \cap \mathbf{R}^3_{+,0},$$

и доказаны следующие их свойства: они положительно инвариантны при $\varepsilon_1, \varepsilon_2 \geq 0$; при $\varepsilon_1, \varepsilon_2 > 0$ все траектории системы попадают в эти множества за конечное время. Это означает, что аттрактор существует, причем он содержится в множестве $\Omega_{2,\varepsilon_1\varepsilon_2}$ при $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0$.

Найдены условия, при которых система (1) сводится к двумерной. А именно, показано, что при выполнении неравенства $b_3 > \dfrac{1}{b_2 + 1}$ аттрактор содержится в инвариантной плоскости $\{x_3 = 0\}$, а при выполнении неравенства $b_4 < b_1 + b_5$ аттрактор содержится в инвариантной плоскости $\{x_2 = 0\}$. Можно сказать, что в этих условиях происходит вымирания популяций инфицированных жертв (т.е. исчезновение болезни), хищников.

Показано, что если данные условия не выполняются, то существуют положения равновесия (граничные) в инвариантных плоскостях $\{x_2 = 0\}$, $\{x_3 = 0\}$; найдено дополнительное условие, при котором может существовать положение равновесия (пространственное) строго внутри $\mathbf{R}^3_{+,0}$. Найдены условия устойчивости граничных положений равновесия. Показано, что в плоскости $\{x_2 = 0\}$ может происходить бифуркация Хопфа, приводящая к появлению цикла (периодической траектории).

Полученные условия носят локальный характер и не позволяют понять, каково поведение траекторий «в целом» — необходимо численное моделирование (отметим, что начальные условия достаточно брать с границы $\Omega_{2,\varepsilon_1\varepsilon_2}$). Особенный интерес представляет собой случай, когда оба граничных положения равновесия неустойчивы и не существует пространственного положения равновесия. Оказывается, что предельным множеством траекторий в этом случае

может быть цикл в плоскости $\{x_2 = 0\}$ или нетривиально устроенное множество с хаотическими свойствами. Предельное множество может также представлять собой пространственный цикл, возникающий в результате бифуркации Хопфа пространственного положения равновесия. В [3] предлагается численный метод его нахождения.

Список литературы

1. Bate A.M., Hilkerr F.M. Complex dynamics in an eco-epidemiological model // Bull. Math. Biol. 2013. V. 75. pp. 2059–2078. DOI: 10.1007/s11538-013-9880-z.
2. Крищенко А.П. Локализация инвариантных компактов динамических систем // Дифференц. уравнения. 2005. Т. 41. № 12. С. 1597–1604.
3. Крищенко А.П., Поддерегин О.А. Бифуркация Хопфа в системе хищник-жертва с инфекцией // Дифференциальные уравнения. 2023. Т. 59. № 11. С. 1566-1570. DOI: 10.31857/S0374064123110122.

РАЗДЕЛ «ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИЕ»

СЕКЦИЯ «РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

УДК 621.454.2

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РАСЧЁТОВ КАМЕРЫ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ CANTERA

Букин Д.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
dan.bukin@mail.ru
Научный руководитель: Ковалёв К.Е.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Расчет термодинамических и геометрических параметров камер жидкостных ракетных двигателей является сложным и трудоемким. Однако современные методы программирования позволяют значительно упростить и автоматизировать этот процесс. Целью работы было создание программы, выполняющее следующие задачи: 1) программа должна проводить расчеты термодинамических параметров, таких как температура газа, давление, скорость продуктов сгорания и другие характеристики, которые существенно влияют на работу камеры ЖРД; 2) путем автоматизированного анализа различных термодинамических параметров программа должна рассчитать основные геометрические параметры и предоставить пользователю результаты для дальнейшего использования; 3) автоматизация расчетов позволяет сократить время на проектирование новых конфигураций камер ЖРД, что в свою очередь способствует повышению общей скорости разработки изделий.

Самая важная библиотека, которая есть в программе и выполняет все процессы, связанные с термодинамикой – библиотека Cantera [1]. Библиотеке необходимы такие же параметры, что при расчёте в программном комплексе «АСТРА» или «Терра». Дальше программа должна рассчитать равновесное состояние. Для этого используется метод «gas.equilibrate(SP)». Данный метод оптимизирует состояние газа таким образом, чтобы свободная энергия Гиббса была минимизирована, то есть старается свести количество энергии в системе, доступное для совершения работы, к нулю. Оптимизирует таким образом, оставляя давление и энтропию постоянной, потому что изменение происходит именно при заданных давлениях, а камера считается изоэнтропической. То есть, по сути, процесс расчёта аналогичен программным комплексам «Астра» и «Терра».

Программа DEDAL, использующая библиотеку «Cantera», выполняет следующие задачи: 1) Автоматизированное задание исходных данных: на выбор в программе даны 15 видов окислителей и 7 горючих с вложенных в них энтальпией и стехиометрическим соотношением. Также, при необходимости, можно добавить другие компоненты, при условии, что в составе компонента не находится ничего, кроме водорода, углерода, кислорода и азота. 2) Поиск оптимального коэффициента избытка окислителя: Программа рассчитывает пустотный удельный импульс в большом диапазоне коэффициента избытка окислителя и находит среди них максимальное значение 3) Расчёт геометрии камеры ЖРД: Базируясь на методиках расчёта камер ЖРД, предоставленных при обучении и применяемых для выполнения курсовых проектов [2], рассчитывается сужающаяся часть (радиусная или радиусно-коническая), камера сгорания (по условному времени пребывания) и расширяющаяся часть (сопло Лаваля). 4) Расчёт потерь на трение. С известной геометрией камеры просчитываются потери на трение и рассеивание. Также, при необходимости, дополнительно рассчитано коническое сопло и его потери соответственно.

Использование программы DEDAL, написанной на языке на Python с использованием библиотеки Cantera, демонстрирует значительное ускорение и повышение эффективности

проектирования благодаря автоматизации расчётов. Сравнение результатов с программой ASTRA [3] показало высокую степень соответствия, что подтверждает точность и надёжность разработанного программного решения. Внедрение программы DEDAL способно существенно ускорить процессы проектирования ЖРД. Это открывает новые перспективы для исследований и разработок в области ракетостроения, способствуя более быстрому внедрению инноваций и сокращению времени от идеи до реализации. В качестве дальнейшего направления развития данного программного комплекса рассматривается возможность реализации и внедрения расчёта теплозащиты и прочности камер ЖРД.

Список литературы

1. Goodwin D. G., Moffat H.K., Schoegl I., Speth R.L., Weber B.W. Cantera: An object-oriented software toolkit for chemical kinetics, thermodynamics, and transport processes. 2023. Version 3.0.0. DOI:10.5281/zenodo.8137090.
2. Дорофеев А.А. Проектирование и расчёт параметров и характеристик камеры жидкостного ракетного двигателя: учебно-методическое пособие. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. 70 с.
3. Трусов Б.Г. Моделирование химических и фазовых равновесий при высоких температурах (АСТРА.4/рс», Версия 1:16). М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1995. 40 с.

УДК 533.6.011.72

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ КЛИНА И КОНУСА

Постовой М.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
postmatvey@yandex.ru
Научный руководитель: Федотова К.В., к.т.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В прямоточных и ракетно-прямоточных двигателях воздухозаборное устройство оказывает серьёзное влияние на рабочие процессы в камере сгорания, а несовершенство аналитических методов расчета вынуждает прибегать к численным экспериментам для уточнения параметров после воздухозаборного устройства, однако использование популярных программ для численного моделирования требует подробной настройки, и, для сравнительно несложных задач, подготовка к решению может занимать больше времени, чем сам расчет.

Данная работа посвящена созданию программы для численного моделирования сверхзвукового обтекания клина и конуса, упрощающей и ускоряющей процесс подготовки задачи к расчету.

Так как расчет системы уравнений движения вязкой жидкости в полной форме может быть затруднительным, принимается ряд допущений, не сказывающихся на точности расчета:

1. Газ считается идеальным и термически совершенным.
2. Отсутствуют турбулентные члены в уравнениях.
3. Течение считается двухмерным.

С учетом допущений систему уравнений в декартовой системе координат можно записать в следующем виде:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \rho}{\partial t} + \dfrac{\partial \rho u}{\partial x} + \dfrac{\partial \rho v}{\partial y} = 0; \\ \dfrac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \dfrac{\partial\left(\rho u^2 + p - \tau_{xx}\right)}{\partial x} + \dfrac{\partial\left(\rho uv - \tau_{xy}\right)}{\partial y} = 0; \\ \dfrac{\partial(\rho v)}{\partial t} + \dfrac{\partial\left(\rho vu - \tau_{yx}\right)}{\partial x} + \dfrac{\partial\left(\rho v^2 + p - \tau_{yy}\right)}{\partial y} = 0; \\ \dfrac{\partial(\rho E)}{\partial t} + \dfrac{\partial\left(\rho uH - u\tau_{xx} - v\tau_{yx} + q_x\right)}{\partial x} + \dfrac{\partial\left(\rho vH - u\tau_{xy} - v\tau_{yy} + q_y\right)}{\partial y} = 0; \end{cases}, \quad (4)$$

где ρ – плотность, u – скорость по оси x, v – скорость по оси y, p – давление, τ – тензор вязких напряжений, E – полная энергия, q – тепловой поток, H – полная энтальпия.

Система уравнений (4) была дискретизирована по конечно-объемному методу и решалась явным методом. Для расщепления невязких потоков использовался модифицированный метод Стигера-Уорминга, с переключением на не модифицированный в области скачков уплотнения [1].

Разработанная на языке C++ программа с графическим интерфейсом, созданным с помощью платформы NET объединяет в себе модули для создания структурированной сетки, решения и обработки результатов.

Модуль создания структурированной сетки позволяет создать качественную сетку методом многих поверхностей [2] для исследования обтекания сверхзвуковым потоком клина или конуса по заданным количеству секций конуса или клина n, углов секций к оси симметрии β, проекций секций на ось симметрии l, а так же количества элементов на секциях и оси симметрии.

Модуль решения позволяет загрузить сетку, задать параметры среды, граничные и начальные условия, выбрать тип решателя и провести решение.

Модуль обработки результатов позволяет визуализировать результаты, полученные в процессе решения, с возможностью просмотра значений в выбранной ячейке, а также сохранения в виде изображения или файла, который можно снова загрузить в модуле для визуализации, без необходимости заново проводить расчет.

Для валидации результатов была проведена серия расчетов в разработанной программе, а также в программном комплексе ANSYS Fluent на одинаковой геометрии. Расхождение результатов не превысило 1%, но расчет в рассматриваемой программе проводился быстрее в связи с упрощенным построением сетки и настройке решения.

Список литературы

1. Молчанов А.М. Численные методы решения уравнений Навье-Стокса: учеб. пособие. М.: Изд-во МАИ, 2018. 140 с.

2. Синишина Е.А., Гольдин В.Д. Построение структурированных сеток // Все грани математики и механики: сборник статей Всероссийской молодежной научной конференции (Томск, 12–15 мая 2020 года). Томск: Издательство научно-технической литературы, 2020. С. 73-88.

УДК 533.17

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСТЕЧЕНИЯ ИЗ ШТЫРЕВОГО СОПЛА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ

Таран К.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
tarankonstanty@yandex.ru
Научный руководитель: Федотова К.В., к.т.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В ходе активного развития ракетной техники в 1960-х годах возникла необходимость улучшения энергетических характеристик ракетных двигателей (РД) большой тяги для ракет-носителей (РН) сверхтяжелого класса с целью увеличения массы полезного груза. Поэтому одновременно в СССР и США начались исследования кольцевых сопел для РД первых ступеней РН.

Примерами таких типов двигателей за рубежом являются двигатели, разработанные компанией Rocketdyne: Aerospike с круглым штыревым соплом, разработанный в 1967 году и XRS-2200, выполненный с плоским штыревым соплом, разработанной к 2001 году. В России же проектными отделами АО «ГРЦ Макеева» в 1992 – 2018 гг. выполнено предэскизное проектирование РН «Корона», имеющего многокамерную двигательную установку с укороченным центральным телом [1].

Принципиальное отличие РД со штыревым соплом от РД с круглым является отсутствие наружной стенки сопла. В данном виде сопел в качестве внешней границы струи выступает свободная поверхность. На расчетном режиме и режиме недорасширения для РД со штыревым соплом тяга будет определяться также, как и для РД с круглым соплом. Однако на режиме перерасширения тяга штыревого сопла будет соответствовать его расчетному режиму с несколько меньшей площадью выходного сечения. Потому такие сопла еще называют саморегулирующимися.

Уменьшение площади выходного сечения связано с существенным влиянием положения предельной характеристики волны разрежения на тяговые характеристики сопла. Расширения газа происходит лишь до этой волны. Дальнейшее течение газа вдоль сопла характеризуется системой скачков уплотнения, что приводит к выравниванию давления до атмосферного [2].

При истечении струи из штыревого сопла в спутный поток возникают и другие характерные скачки уплотнения: присоединенный скачок уплотнения во внешнем потоке, возникающей в дозвуковом и сверхзвуковом потоке, и косой скачок вторичного сжатия, который возникает при числе Маха $M \geq 1{,}2$. Для укороченного сопла вместе с отрывным течением в донной области также будет образовываться дозвуковая зона обратных токов. Такая схема течения рассмотрена в работе [3].

В ходе выполнения данной работы проведено численное исследование истечения из штыревого сопла в программе Ansys Fluent. Расчет проводился на различных режимах работы сопла: по степени расширения газа, по наличию дозвукового и сверхзвукового спутного потока для остроконечного и укороченного сопла. Были получены поля числа Маха, и соответственно положения скачков уплотнения в струе. Проведенное сравнение расчетных полей с теневыми фотографиями эксперимента показало хорошее соответствие полей. Также для определения точности расчета положения предельной характеристики волны разрежения были построены зависимости расчетных и экспериментальных значений давления p от координаты точки вдоль оси. Анализ полученных зависимостей показал, что положение волны разряжения из расчета совпало с экспериментом. Однако значения давления отличаются на 16%, что связано с предположением об адиабатическом течении газа и с неточностью описания ударных волн и отрывных течений между границей струи и контуром штыря.

Список литературы

1. Чванов В.К. Конструкторские разработки в проектах маршевых двигательных установок перспективных ракет-носителей с общими штыревыми соплами / В.К. Чванов, Л.Е. Стернин, П.С. Левочкин и др. // Труды НПО Энергомаш. 2019. № 36. С. 110–140.
2. Добровольский М.В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: учебник для высших учебных заведений / под ред. Д.А. Ягодникова. 3-е изд., доп. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. 461 с.
3. Naveen Kumar K. Design and optimization of aerospike nozzle using CFD / K Naveen Kumar et al // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. V. 247. DOI 10.1088/1757-899X/247/1/012008.

СЕКЦИЯ «КОМБИНИРОВАННЫЕ ДВИГАТЕЛИ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ»

УДК 519.876.5

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА

Весков Н.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
veskov.nik@gmail.com
Научный руководитель: Зенкин В.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Целью проектной работы является создание цифрового двойника двигателя Стирлинга для апробации данной технологии в применении к объектам возобновляемой энергетики.

Цифровой двойник (ЦД) - система, состоящая из *цифровой модели изделия* и двухсторонних *информационных связей* с изделием (при наличии изделия) и (или) его составными частями [1].

В условиях данной работы *изделием* (объектом рассмотрения) является установка, состоящая из настольного кинематического двигателя Стирлинга гамма-типа и генератора постоянного тока. Используемый источник тепла у данной тепловой машины – пламя спиртовой горелки. Двигатель состоит из двух цилиндров: рабочего поршня и вытеснителя. Связь с генератором осуществляется посредством ременной передачи.

В качестве *информационных связей* в работе выступает система измерения на основе микроконтроллера Arduino. К списку измерительных подсистем относятся: 3 цифровых датчика температуры для определения температуры на поверхности цилиндров двигателя и температуры атмосферного воздуха; оптический тахометр для определения частоты вращения коленвала, состоящий из светодиода, фоторезистора и метки, расположенной на маховике двигателя. Электрическая мощность на контактах генератора измеряется его непосредственным подключением к аналоговым пинам микроконтроллера через постоянное сопротивление значением 100 Ом. Полученные данные с помощью микроконтроллера передаются через виртуальный COM-порт в программу, написанную на языке python, реализующую работу цифрового двойника.

Цифровая модель рассматриваемого двигателя представляет собой совокупность математической модели, описывающей процессы, протекающие при работе изделия, твердотельной модели, содержащей информацию о геометрии установки, и данных о свойствах материалов в её составе. Твердотельная модель была получена путем реинжиниринга исходной установки. При этом данные о критической геометрии были организованы в систему файлов формата json для связи с остальными подсистемами проектируемого цифрового двойника. Математическая модель, в соответствии с принципом работы ЦД, работает синхронно с работой изделия. Она состоит из следующих подмоделей:

- нестационарная модель теплового состояния корпуса, оценивающая температуры деталей двигателя и тепловые потоки в нем;
- квазистационарная модель рабочего цикла, оценивающая термодинамическую работу двигателя;
- квазистационарная модель энергетического баланса, оценивающая, долю энергии, уходящей в механические и электрические потери.

При работе цифрового двойника показания датчиков и результаты работы моделей сравниваются между собой и на основе их разности в цифровую модель вносится линейная поправка, изменяющая коэффициенты в составе подмоделей для синхронизации параметров. Все полученные данные при этом выводятся пользователю и сохраняются в файл протоколов работы.

На данном этапе разработки цифрового двойника была продемонстрирована его работоспособность и частичное соответствие полученных экспериментальных данных параметрам модели. Дальнейшая перспектива развития данного проекта – уточнение использованных моделей и добавление обратной связи для воздействия на исследуемый объект.

Список литературы

1. ГОСТ Р 57700.37–2021 - Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. Дата введения 01.01.2022. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200180928 (Дата обращения 07.09.2023).

УДК 621.43

УРАВНОВЕШИВАНИЕ V-ОБРАЗНОГО ДВИГАТЕЛЯ СО СМЕЩЕННЫМИ ШАТУННЫМИ ШЕЙКАМИ

Вялков В.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
vyalkovvladislav@yandex.ru
Научный руководитель: Маластовский Н.С., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Большинство работ по оптимизации расположения противовесов посвящено валам относительно простой конструкции [1]. Однако в настоящее время для транспортных двигателей стали популярны сложные конструкции коленчатых валов со смещенными шатунными шейками. Это позволяет обеспечивать возможность равномерного чередования рабочих ходов при практически любых углах развала цилиндров в V-образных двигателях с разным числом цилиндров, а также снизить нагрузки на коренные опоры [2].

Задача данной работы заключается в поиске расположения противовесов на коленчатом валу, со смещенными шатунными шейками, обеспечивающее минимально возможную массу, что особенно важно для автомобильных двигателей.

В качестве объекта исследования выбран двигатель в конфигурации V6 с углом развала цилиндров 72° типа ЧН 8.3/9.2 (OM642) применяемый в качестве силового агрегата для легковых автомобилей Mercedes-Benz. Равномерное чередование вспышек в данном двигателе обеспечено за счет смещения шатунных шеек на 48 градусов относительно друг друга.

Для определения неуравновешенных сил и моментов использован универсальный алгоритм анализа внешней уравновешенности V-образного двигателя [3]. Результаты расчета показывают, что силы инерции ПДМ 1-го и 2-го порядков, а также центробежные силы в двигателе уравновешены. Годографы неуравновешенных главных моментов сил инерции ПДМ 1-го и 2-го порядка свидетельствуют о невозможности полного уравновешивания противовесами (эллипсовидная форма годографа свидетельствует о непостоянстве модуля неуравновешенного момента), в тоже время главный момент центробежных сил инерции может быть полностью уравновешен противовесами.

Для оценки степени уравновешенности сил и моментов в двигателе обычно используется критерий Стечкина-Каца. Однако в данной работе предложено использовать его как дополнительное ограничение для определения предельных значений моментов, создаваемых противовесами. Для того чтобы определить моменты, создаваемые противовесами, которые позволили бы обеспечить достаточную уравновешенность двигателя, проанализирована зависимость величины ξ от моментов данных противовесов.

Для уравновешивания момента сил инерции ПДМ 2-го порядка имеется единственное решение (он частично уравновесится противовесами на балансирном вале). При этом уравновешивание момента сил инерции ПДМ 1-го порядка и момента центробежных сил может

быть реализовано различными вариантами (т.к. они уравновешиваются противовесами на коленчатом валу, а вариаций их установки существует несколько).

Используя компоновку двигателя прототипа, были заданы геометрические ограничения. В качестве целевой функции используется значение массы вала. Для данной конструкции коленчатого вала существует порядка сорока различных вариантов расположения противовесов. Далее были рассмотрены шесть наиболее перспективных вариантов, отобранных с учетом следующих предварительных соображений:

- установка противовесов с максимально возможным расстоянием между ними, приведет к уменьшению массы коленчатого вала;
- установка противовесов с минимально возможным расстоянием позволит разгрузить коренные подшипники.

Весь расчет геометрии противовесов был выполнен по алгоритму, приведенному в работе [3]. Полученные результаты показали, что четыре из шести вариантов, в которых противовесы располагаются на небольшом расстоянии друг от друга, характеризуются значительно большей полученной толщиной противовесов, что приводит к увеличению общей длины коленчатого вала и его массы. Таким образом, данные варианты не соответствуют выбранным геометрическим ограничениям.

Наиболее оптимальным следует считать вариант, в котором все противовесы расположены на одних и тех же крайних щеках. Смещение противовесов на крайние щеки позволяет снизить их толщину, а также уменьшить общую массу коленчатого вала. Итоговая общая масса коленчатого вала для выбранного варианта ниже на 1.57% массы вала двигателя прототипа.

Исходя из полученных результатов, можно сделать следующие выводы:

- Критерий Стечкина-Каца может быть использован для определения массы противовесов и соотношения амплитуды постоянного момента создаваемого ими и момента неуравновешенных сил;
- Постановка задачи определения минимальной массы с соблюдением геометрических ограничений вала позволяет получить единственное решение для расположения противовесов на коленчатом валу;
- Полученное решение не учитывает ограничений, связанных с удельными нагрузками на шейки вала, прочности полученного вала и т.д., что в дальнейшем целесообразно учитывать.
-

Список литературы

1. Гусаров В.В., Ашишин А.А. Новый способ анализа и расчёта уравновешивания поршневого двигателя типа R2 // Журнал Известия МГИУ. 2006. № 4 (5). С. 5-10.
2. Мягков Л.Л., Маластовский Н.С., Блинов А.С. Уточненный метод расчета коленчатого вала на выносливость с учетом крутильных колебаний // Решение энерго-экологических проблем в автотранспортном комплексе: тезисы докладов международной научно-технической конференции 7-е Луканинские чтения (Москва, 02 февраля 2015 года). М., 2015. С. 89-91.
3. Яманин А.И., Жаров А.В. Динамика поршневых двигателей: учеб. пособие для вузов. М.: Машиностроение, 2003. 464 с.

УДК 621.43

РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЯЗКОСТИ МОТОРНОГО МАСЛА И КОНСТРУКЦИИ ШАТУННОГО ПОДШИПНИКА НА МАСЛОСНАБЖЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЯ «ЦИЛИНДР – ПОРШЕНЬ» БЫСТРОХОДНОГО ДИЗЕЛЯ

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»

Снижение вязкости моторных масел, используемых в современных энергонасыщенных поршневых и гибридных силовых установках автомобилей, является доминирующей тенденцией в мире. Связана она со стремлением автопроизводителей максимально использовать все имеющиеся ресурсы для повышения энергоэффективности и экологичности поршневых ДВС. Уменьшение затрат на трение вызывает экономию топлива в расчете на единицу эффективной мощности и способствует минимизации выбросов углекислого газа [1]. Способность маловязких масел проникать в минимизированные до предела зазоры трущихся сопряжений современных поршневых двигателей и повышенная текучесть этих масел снижают вероятность масляного голодания деталей двигателя, облегчают «холодный пуск» двигателя, минимизируют пусковой износ цилиндров и повышают эффективность охлаждения поршней.

Однако при критически низких значениях вязкости моторных масел заметно снижается ресурс работы двигателя в связи с увеличением изнашивания основных пар трения, а также с повышением риска задира. Как известно, оба этих негативных фактора напрямую связаны с качеством условий смазывания высоконагруженных деталей. Поэтому исследование влияния уменьшения вязкости моторного масла на процесс маслоснабжения основных подвижных сопряжений и, в частности, деталей ЦПГ, работающих в условиях высоких температурных и динамических нагрузок, является актуальным.

Цель данной работы состояла в определении влияния снижения вязкости моторного масла и изменений конструкции шатунного подшипника на количество масла, подаваемого в зону трения сопряжения «цилиндр – юбка поршня» современного быстроходного ДВС.

В качестве объекта исследования был выбран универсальный четырехтактный дизель воздушного охлаждения 1Ч 8,5/8,0 в варианте силового агрегата электрогенераторной установки. Из возможных шести источников маслоснабжения ЦПГ в данной работе рассматривался основной, а именно: естественный процесс струйной подачи масла к сопряжению «цилиндр-поршень» за счет разбрызгивания масла из зазора вращающегося шатунного подшипника. Изучение этого процесса осуществлялось с помощью программы CSJet, разработанной под руководством профессора Путинцева С.В. [2].

Первый этап исследования состоял в определении влияния вязкости моторного масла в диапазоне от 2 до 14 сСт (паспортная кинематическая вязкость при 100 °С) на количество смазочного материала, подаваемого за счет разбрызгивания из зазора шатунного подшипника в характерные зоны трения деталей ЦПГ. Второй этап включал оценку влияния длины шатунной шейки и диаметрального зазора в сопряжении «шатунная шейка – вкладыши» на количество смазочного материала, подаваемого на нагруженную стенку цилиндра в условиях применения моторного масла обычной (10 сСт) и предельно малой (3 сСт) высокотемпературной кинематической вязкости. Значение 3 сСт было выбрано в результате ранее проведенного расчета по специальной методике [3].

По итогам проделанной работы было выявлено, что снижение вязкости моторного масла от средних до предельно малых значений сопровождается практически монотонным увеличением общего количества подаваемого в зону трения деталей ЦПГ смазочного материала. Из общего количества масла, выбрасываемого со струей из зазоров вращающегося шатунного подшипника за рабочий цикл дизеля, до деталей ЦПГ доходит не более 4…6%. Остальное

количество масла орошает внутренние поверхности картера и формирует масляный туман. При снижении вязкости масла относительная доля последнего, участвующая в смазывании деталей ЦПГ, возрастает, достигая при предельно малом значении 3 сСт уровня 8%. В случае перехода на смазывание дизеля моторным маслом предельно малой вязкости для гарантии надежной работы шатунного подшипника целесообразным является увеличение длины шатунной шейки. При сохранении существующего значения диаметрального зазора шатунного подшипника Δ = 0,025 мм переход на сверхмаловязкое масло позволит увеличить количество смазочного материала в зоне нагруженной стороны сопряжения «цилиндр-юбка поршня».

Список литературы

1. Ishizaki K., Nakano M. Reduction of CO_2 Emissions and Cost Analysis of Ultra-Low Viscosity Engine Oil. // Lubricants. 2018, № 6 (4). DOI: https://doi.org/10.3390/lubricants6040102.
2. Putintsev S.V., Anikin S.A., Strelnikova S.S. Fundamentals and Some Results of Numerical Modeling the Cylinder-Piston Group Jet-oil Supply in a High-speed Four-stroke Internal Combustion Engine // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2023. V. 52. № 3. pp. 271–280.
3. Путинцев С.В. Мало- и сверхмаловязкие моторные масла: преимущества, ограничения и метод расчетной оценки применимости // Двигателестроение. 2023. № 1 (291). С. 24–37.

УДК 621.43

ОСОБЕННОСТИ УРАВНОВЕШИВАНИЯ V-ОБРАЗНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С СОЧЛЕНЁННЫМИ ШАТУНАМИ

Михина Т.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
mikhina.tanya010@gmail.com
Научный руководитель: Маластовский Н.С., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В процессе работы двигателя возникают переменные по величине и направлению силы, передающиеся на опоры и вызывающие вибрации, а также избыточные нагрузки на коленчатый вал [1]. С целью устранения отрицательных последствий эти силы стремятся уравновесить, выбирая подходящую схему расположения кривошипов, устанавливая противовесы на продолжениях щёк коленчатого вала или используя метод Ланчестера. При проведении расчётов принимается, что кинематика и движущиеся массы всех цилиндров одинаковы, что не всегда удаётся обеспечить на практике, например для V-образных двигателей с шарнирно соединёнными шатунами. Несмотря на то, что в настоящее время наибольшее распространение получили рядом сидящие шатуны, для некоторых танковых (В-92), тепловозных (Д49), судовых (М-400) и авиационных (М-14П) двигателей учёт особенностей конструкции шарнирно соединённых шатунов остаётся важной задачей при проектировании.

В качестве объекта исследования был выбран тепловозный 8-цилиндровый дизель типа ЧН26/26 с плоской схемой расположения кривошипов. С целью получения массогабаритных показателей движущихся элементов были построены твердотельные модели его кривошипно-шатунного механизма (КШМ).

В ходе расчётов выполнено приведение главного шатуна, изначально имеющего сосредоточенные массы на осях поршневой и кривошипной головок, а также на оси пальца прицепного шатуна. Таким образом, оба шатуна рассматривались в рамках двухмассовой системы [2].

Массы, определённые по твердотельным моделям и по результатам моделирования шатунов, соответствуют ориентировочным для дизелей [3], при этом разница поступательно-движущихся масс (ПДМ) для левого и правого рядов цилиндров составила 17%.

Зависимости полных значений ускорений для поршней главного ($j_п$) и прицепного ($j_{пп}$) шатунов от угла поворота коленчатого вала (α) схожи и отличаются только в районе максимумов. Наибольшая разница достигается на участке $j_п < j_{пп}$ и составляет 3,9%.

При разложении полных ускорений на составляющие (с использованием ряда Фурье), получено, что ускорения 1-го порядка идентичны для поршней обоих шатунов. Это означает, что различие в кинематике при использовании шарнирно соединённых шатунов не оказывает влияния на силы инерции данного порядка. Ускорения 2-го порядка заметно отличаются: разница достигает 13,3%.

Выполнен анализ уравновешенности с использованием универсального алгоритма [3]. Получено, что для двигателя исследуемой компоновки не уравновешена только сила инерции 2-го порядка. Деформация годографа данной силы (относительно годографа этой же силы, возникающей при использовании рядом сидящих шатунов) выражается поворотом осей эллипса (годографа) на 10° в сторону осей цилиндров с главным шатуном; а также уменьшением максимального значения силы на 22,3%, а минимального – на 10,3%.

Отдельно проведена оценка влияния различия в массах и ускорениях на значения неуравновешенной силы инерции 2-го порядка. При сравнении вкладов получено, что оба фактора приводят к повороту осей годографа на одинаковую величину (5°), при этом большая ось эллипса уменьшается преимущественно вследствие различия в кинематике, а меньшая – различия в массах.

Сравнивая зависимости от α неуравновешенных сил инерции 2-го порядка для конструкций с рядом сидящими и шарнирно соединёнными шатунами, получено, что разница фаз составляет порядка 6 градусов, т. е. меняется положение коленчатого вала, при котором достигается максимальное значение силы, что следует учитывать при проектировании двигателя.

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

- при расчёте и проектировании V-образных двигателей необходимо учитывать различия в кинематике и ПДМ для сложных схем КШМ;
- ускорения поршней 1-го порядка для главного и прицепного шатунов идентичны; ускорения 2-го порядка значительно отличаются между собой;
- в общем случае для уравновешивания двигателя с шарнирно-соединенными шатунами необходимо корректировать массу противовесов и их угол с учетом кинематики прицепного шатуна и его массы, отличной от массы главного шатуна.

Список литературы

1. Мягков Л.Л., Маластовский Н.С., Блинов А.С. Уточненный метод расчета коленчатого вала на выносливость с учетом крутильных колебаний // Решение энерго-экологических проблем в автотранспортном комплексе: тезисы докладов международной научно-технической конференции 7-е Луканинские чтения (Москва, 02 февраля 2015 года). Москва, 2015. С. 89-91.
2. Заикин А.Е., Гаршин В.Г., Воронцов А.Е., Адрианов Я.С., Богомолов С.И., Воликов Г.Д., Данилов М.И. Авиационные двигатели. Конструкция и расчёт двигателей. М.: Военная воздушная ордена Ленина академия КА Жуковского, 1941. 39 с.
3. Яманин А.И., Жаров А.В. Динамика поршневых двигателей: учеб. пособие для вузов. М.: Машиностроение, 2003. 464 с.

УДК 621.432.4

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДВС ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ХИММОТОЛОГИИ

Ольховой М.Г., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
maks.olxovoj@inbox.ru
Научный руководитель: Барченко Ф.Б, к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Одной из задач химмотологии является создание моторных масел, обладающих свойствами необходимыми для надежной эксплуатации ДВС (двигателя внутреннего сгорания). Разработка состава моторных масел является сложной научно-технической задачей, опирающейся на информацию об уровне их эксплуатационных свойств [1]. Наиболее трудоёмким этапом работы по созданию новых методов оценки эксплуатационных свойств моторных масел является обоснование параметров работы ДВС, создающих условия для максимального проявления исследуемого свойства. Традиционно эта работа проводилась путем перебора возможных сочетаний параметров работы ДВС и длилась от 1 до 2 лет. Поэтому актуальными являются исследования, направленные на поиск альтернативных способов обоснования условий проведения испытаний на моторных стендах.

Была выдвинута гипотеза о возможности сокращения трудоёмкости и продолжительности этапа поиска оптимального сочетания параметров работы ДВС за счет использования компьютерного моделирования рабочего процесса ДВС в части наиболее критичной характеристики для исследуемого эксплуатационного свойства моторного масла.

Исходя из этого, был предложен способ проведения комбинированного эксперимента, состоящего из трех этапов. На первом этапе в ходе предварительных исследований собирается информация о влиянии параметров работы ДВС на эксплуатационное свойство моторного масла и выявляется наиболее важная характеристика рабочего процесса. На втором этапе проводится поиск оптимального сочетания параметров работы ДВС, обосновывается требуемое значение выбранной характеристики. В ходе третьего этапа экспериментально проводится проверка результатов компьютерного моделирования в условиях испытаний моторного масла в ДВС.

Данный способ был апробирован при определении оптимальных условий работы моторного стенда ИММ-2Т для оценки антинагарных свойств моторных масел двухтактных бензиновых двигателей. Моторный стенд ИММ-2Т оснащен двухтактным двухцилиндровым бензиновым карбюраторным двигателем РМЗ-500 мощностью 31 кВт. В состав моторного стенда также входят: воздушная система охлаждения, позволяющая независимо от режима работы двигателя регулировать его температуру; нагружающее устройство, позволяющее фиксировать частоту вращения двигателя и регистрировать крутящий момент на валу; топливная система; система отвода отработавших газов. Температура двигателя замеряется датчиками в каждом цилиндре по двум точкам: первая находится в головке цилиндра, вторая – в стенке цилиндра. Путем увеличения или уменьшения подачи воздуха системы охлаждения задаётся температура двигателя на каждом режиме работы.

В ходе первого этапа комбинированного эксперимента были проведены предварительные исследования влияния параметров работы ДВС на антинагарные свойства моторного масла. Из результатов натурных экспериментов было выявлено, что параметром, характеризующим связь между конструкцией, рабочим процессом в ДВС с одной стороны и склонностью масел к образованию отложений в камере сгорания с другой стороны – является температура поршня. При этом наибольший интерес представляет температура первой поршневой канавки, как элемента конструкции наиболее подверженного накоплению твердых углистых отложений (нагаров) [2]. Также были определены предельно допустимые значения частоты вращения коленчатого вала и температуры головки двигателя РМЗ-500 с позиции надежности его работы.

В ходе второго этапа комбинированного эксперимента было проведено компьютерное моделирование, включающее в себя: построение трехмерной модели поршня двигателя РМЗ-500 со всеми геометрическими особенностями в программе Компас-3Д; расчет средней эквивалентной температуры рабочего цикла и коэффициента теплоотдачи от газа к поршню двигателя РМЗ-500 в ПК Дизель-РК; расчет методом конечных элементов температуры первой поршневой канавки в программе Ansys Workbench 2019 R3, на основании трехмерной модели поршня и параметров теплового взаимодействия рабочего газа с поверхностью поршня, полученных в ПК Дизель-РК и материалах [3]. Компьютерное моделирование проводилось в два шага. Первый шаг заключался в определении граничной температуры первой поршневой канавки на основании предварительных исследований. На втором шаге проводился расчет температуры первой поршневой канавки при разных сочетаниях температуры головки двигателя РМЗ-500 и частоты вращения коленчатого вала. В результате были определены три возможных режима работы двигателя РМЗ-500.

В ходе третьего этапа была проведена экспериментальная проверка трех возможных режимов работы двигателя РМЗ-500. Проверка заключалась в оценке загрязненности поверхности поршня после проведения испытаний моторного масла. Результат проверки выявил наиболее подходящее сочетание параметров работы двигателя РМЗ-500, соответствующий частоте вращения коленчатого вала 3200 мин$^{-1}$ и температуре головки двигателя 195 °С.

Апробация способа обоснования условий проведения испытаний моторного масла на моторном стенде ИММ-2Т с использованием компьютерного моделирования рабочих процессов ДВС показала, что его применение позволяет в 5 раз сократить затраты времени, материалов и денежных средств на обоснование условий испытаний. К тому же данная работа демонстрирует, что компьютерное моделирование рабочего процесса ДВС применимо не только при решении задач двигателестроения, но и при решении задач смежных направлений научной деятельности.

Список литературы

1. Гришин Н.Н., Середа В.В. Энциклопедия химмотологии. М.: Издательство «Перо», 2016. 960 с.
2. Папок К.К., Виппер А.Б. Нагары, лаковые отложения и осадки в автомобильных двигателях. М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1956. 156 с.
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 ред. Н.Д. Чайнова. М.: Машиностроение, 2008. 496 с.

УДК 621.43

ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ НА ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ КРЫШКИ ФОРСИРОВАННОГО СРЕДНЕОБОРОТНОГО ДИЗЕЛЯ

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 двигателя мощностного ряда ЧН 26/26 применяется втулка цилиндра подвесного типа с напрессованной рубашкой охлаждения. Втулка цилиндра подвесного типа имеет ряд преимуществ: ее опрессовка и сборка выполняется вне двигателя с возможностью проверки зеркала втулки цилиндра, газовый стык разгружен от дополнительных осевых усилий в процессе работы, а также отсутствует жесткое закрепление верхнего пояса на опорной плите блока [1].

Конструктивные параметры верхнего пояса во многом определяют работоспособность газового стыка. При сборке втулки с крышкой и затяжке шпилек газового стыка в элементах верхнего пояса втулки возникают значительные напряжения, распределение которых по периметру втулки неравномерно. При этом максимальные напряжения действуют в местах установки шпилек.

За базовый двигатель для моделирования теплового состояния узла крышка-втулка цилиндра принят двигатель АО «Коломенский завод» 16ЧН26/26 мощностью Ре=4400 кВт и частотой вращения коленчатого вала n=1100 мин$^{-1}$.

В программном комплексе Ansys были разработаны твердотельные модели крышки и втулки цилиндра для расчета теплового состояния деталей. Сравнивались две конфигурации сборки: без локальной полости охлаждения в зоне «горячей» шпильки, находящейся в зоне выпускных газов, и модель, включающая локальную полость охлаждения. Сравнение необходимо для подтверждения факта охлаждения шпильки. Температура шпильки не должна превышать предельных значений, чтобы избежать раскрытия газового стыка и пропуска газов.

Подвесная втулка цилиндра соединена с крышкой цилиндра шестью шпильками, равномерно установленными по окружности в верхнем бурте втулки цилиндра. При этом одна из шпилек проходит через ребро-перемычку, находящемся в выпускном канале втулки, омываемом отработавшими газами двигателя. В связи с этим, температура указанной «горячей» шпильки составляет порядка 430 градусов при работе двигателя, существенно превышая температуру остальных шпилек. Это, на наш взгляд, является одной из причин негерметичности газового стыка при работе двигателя. В работе рассмотрена возможность снижения температуры горячей шпильки.

Так как температурные поля на установившемся режиме работы двигателя в первом приближении можно считать стационарным, то для их моделирования используются осредненные за рабочий цикл двигателя параметры теплообмена. В качестве первого приближения целесообразна осесимметричная постановка задачи, тем более, что верхняя часть поршня – головка и гильза цилиндра по форме часто близки к телам вращения [1].

Определение граничных условий для втулки со стороны камеры сгорания производится по той же методике, что для крышки цилиндра. Известно, что через поршневые кольца отводится значительное количество теплоты от поршня во втулку цилиндра (особенно в случае неохлаждаемых поршней). Взаимовлияние элементов сопряжения юбка - цилиндр осуществляется через тонкий слой смазки, гидродинамические параметры которого меняются по углу поворота коленчатого вала.

Расчет интенсивности теплоотдачи от охлаждаемых поверхностей производится на основании эмпирических формул. Для определения теплового состояния втулки и крышки цилиндра после создания твердотельных моделей, крышка и втулка были объединены через общую поверхность контактирования (место прокладки). Заданы свойства материалов деталей крышки и определены граничные условия теплообмена как со стороны камеры сгорания и газовоздушных патрубков, так и со стороны охлаждения. Крышка и втулка изготовлены из чугуна ВПЧ-НМ [1].

По результатам расчета теплового состояния конструкция без локальной полости охлаждения имеет максимальную температуру в области «горячей» шпильки равную 436°С, сама шпилька нагревается до 330°С. Локальная полость охлаждения позволила снизить темпе шпильки до 249°С, а максимальная температура крышки снизилась до 411°С.

По результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что применение локальной полости охлаждения дает ощутимый результат в охлаждении «горячей» шпильки. Необходимо, в дальнейшем, подобрать такую геометрию локальной полости охлаждения, которая обеспечила бы требуемое значение температуры шпильки.

Список литературы

1. Чайнов Н.Д., Краснокутский А.Н., Мягков Л.Л. Конструирование и расчет поршневых двигателей: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» направления подготовки «Энергомашиностроение» / под редакцией Н.Д. Чайнова. М.: Машиностроение, 2018. 536 с.

СЕКЦИЯ «ГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛООБМЕН В ГТД И КОМБИНИРОВАННЫХ УСТАНОВКАХ»

УДК 008

АНАЛИТИКА КОДА С ПОМОЩЬЮ ЧАТА GPT

Алиев А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
aar2103@inbox.ru
Бардин Н.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
nikitos2003777@mail.ru
Нехорошев И.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
Ilya733085@gmail.com
Научный руководитель: Бурцев С.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В современном мире технологий, где программное обеспечение играет ключевую роль в эффективном управлении операциями и обеспечении надежности систем, качество кода становится приоритетом для крупных организаций. Компании, такие как Мосэнерго, в постоянном поиске инновационных методов улучшения качества и безопасности своих программных продуктов, прибегают к передовым технологиям, включая нейронные сети, для анализа кода.

Мосэнерго, одно из крупнейших энергетических предприятий, столкнулось с проблемой недостаточного качества программного обеспечения, разработанного сторонними компаниями. Эти недоброкачественные программные продукты не только ухудшают производительность и безопасность системы, но и создают риски для нормальной работы энергетической системы.

Для решения проблемы качества программного обеспечения Мосэнерго обратилось к передовой технологии - нейронным сетям. Нейронные сети представляют собой мощный инструмент, способный автоматизировать процессы анализа кода, выявляя потенциальные ошибки, уязвимости и недочеты, что способствует повышению качества и безопасности программного продукта.

Одним из важных проектов Мосэнерго была разработка программного обеспечения для математической модели энергоблока с турбиной. Однако при проверке кода были обнаружены ошибки, которые могли негативно повлиять на работу системы и надежность энергетического блока.

Чтобы устранить риски и обеспечить надлежащее функционирование системы, Мосэнерго приняло решение обратиться к сторонней компании для проведения анализа кода с использованием нейронной сети ChatGPT. Применение ChatGPT в анализе кода предоставило дополнительные возможности для выявления потенциальных проблем, улучшения понимания логики программы и предложения дополнительных рекомендаций по их устранению.

В результате применения нейронной сети ChatGPT Мосэнерго смогла повысить эффективность и точность процесса проверки программного обеспечения, обеспечивая более высокий уровень надежности и безопасности работы энергетического оборудования. Преимущества использования нейронных сетей в анализе кода включают их способность к обработке естественного языка, выявлению сложных паттернов и алгоритмов, а также глубокое понимание контекста программирования.

Применение передовых технологий, таких как нейронные сети, для анализа кода позволяет компаниям, таким как Мосэнерго, эффективно улучшать качество и безопасность

своих программных продуктов, минимизируя риски и обеспечивая бесперебойную работу критически важных систем [1-3].

Список литературы

1. Хлебников Г.В. Нейросети в современном мире // Метафизика. 2013. № 4 (10). С. 35–58.
2. Канке В.А. Нейронные сети: применение сегодня и перспективы развития. М.: Изд-во «Юрайт», 2014. 416 с.
3. Канке В.А. Deep Learning. М.: Изд-во Логос, 2008. 288 с.

УДК 62-932.2

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ ВИНТОВ

Глухих М.Е., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
roboty12a18@gmail.com
Лиджиев Е.., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
lind722k@gmail.com
Научный руководитель: Бурцев С.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Широкое распространение беспилотных авиационных систем с небольшими винтовыми движителями подчеркивает важность обеспечения их бесшумности для обеспечения уменьшения слышимости военных аппаратов и улучшения акустической среды в городах. В случае с маленькими квадрокоптерами и беспилотными летательными аппаратами самолетного типа с воздушным винтом, приведенным в движение электродвигателем, главным источником шума на земле является винт.

Современные исследования обращают внимание на тенденцию использования нетрадиционных геометрических форм лопастей винтов как воздушных, так и гребных, таких как тороидальные или петлевидные. В работах Массачусетского технологического института [1] отмечается революционное направление в разработке, направленное на снижение шума благодаря особым формам лопастей.

В настоящее время неисследованными вопросами являются:

1. Влияние формы лопастей винта на тягу, развиваемую им;
2. Влияние метода профилирования на уровень звукового давления, создаваемого воздушным винтом в окружающем пространстве.

Данная работа посвящена разработке экспериментального стенда, который предназначен для решения вышеупомянутых вопросов.

Экспериментальный стенд должен предоставлять возможность для измерения как тяги винта, так и измерения уровня шумового давления. На сегодняшний день существует множество различных схем экспериментальных стендов для измерения тяги воздушных винтов, но все они включают в себя перечень стандартных элементов: рама, электродвигатель, система управления электродвигателем, система питания, система сбора данных, а также комплекс устройств для проведения измерений параметров винта.

Электродвигатель должен отвечать следующим требованиям: частота вращения электродвигателя должна находиться в пределах рабочих частот вращения винта (для квадрокоптерных винтов – от 6000 до 12000 оборотов в минуту), сниженный уровень шума (электродвигатель не должен вносить ощутимого вклада в результат акустических испытаний).

Измерение тяги предполагает использование измерительных устройств, основанных на смещении платформы, на которой установлен электродвигатель с винтом. В данной работе предполагается использование динамометра.

Проведение акустических измерений предполагает использование специального помещения (безэховой камеры), конструкция которого позволяет поглощать все отражения звуковых волн, источники которых могут располагаться как внутри, так и снаружи помещения. Методика испытаний заключается в следующем [2]: измерения производятся на дуге окружности радиусом в 1 метр, датчики располагаются в плоскости параллельной оси вращения винта. Измерения проводятся в 12 контрольных точках с шагом в 15 градусов.

В ходе данной работы был определен облик экспериментального стенда для проведения исследования винтов петлевидной формы. Были выбраны его основные элементы.

Список литературы

1. Thomas S., Christopher S. Toroidal propeller. Patent №10836466B2 (US). Filed 06.11.17. Publ. 17.11.2020.
2. Мошко П.А. Исследование вихревого шума вращающихся лопастей // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана 2020. № 2. С. 85–98.

УДК 681.5.08

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЙ В СОСТАВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА

Ильиных Д.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
dilinyh@live.ru
Никитин А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
nikitinaa1@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Хорошавцев Д.Р., аспирант
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
xorohavsev@bmstu.ru

Автоматическая система измерения давлений была спроектирована и создана для применения в составе экспериментального стенда, предназначенного для исследования термогазодинамических процессов в ступени центробежного компрессора [1]. Измерение полных и статических давлений необходимо для построения характеристики исследуемой ступени. Первоначально в качестве вторичного преобразователя в составе установки использовался манометрический щит, позволяющий проводить измерения по перепаду водяных столбов. Данный способ отличается несколькими основными недостатками: ограниченность диапазона измерений высотой столба, большие затраты временных ресурсов на проведение эксперимента и обработку полученных данных, несоответствие условиям безопасности из-за присутствия человека непосредственно рядом с агрегатом, представляющим угрозу для жизни и здоровья при раскрутке вала до 24 000 мин$^{-1}$.

Было определено необходимое количество датчиков для построения характеристики ступени, а также возможные диапазоны давлений: для измерения расхода воздуха в сужающемся сопле необходимы два датчика с диапазоном измерений избыточного давления от 0 до 10 кПа, для измерения степени повышения полного давления в ступени требуется 13 датчиков с диапазоном измерений от 0 до 50 кПа. Были выбраны оптимальные по соотношению цена-точность датчики давления MPX5010DP и MPX5050DP от производителя «Freescale Semiconductor», обеспечивающие выходное напряжение сигнала в диапазоне от 0,2 до 4,7 В, что избавляет от необходимости дополнительного усиления сигнала перед модулем аналогового

ввода. Датчики обладают необходимой чувствительностью для проводимых опытов. Для подавления собственного шума датчиков, в соответствии с руководством пользователя [2], была предусмотрена фильтрация сигналов несколькими способами. Был создан программный фильтр бегущего среднего с осреднением по 20 измерениям, что укладывается в рекомендуемый диапазон осреднения. Также система была оснащена фильтром Баттерворта третьего порядка с частотой среза 10 Гц. Для размещения датчиков вместе с источником питания в виде линейного стабилизатора напряжения L7805CV была спроектирована двухслойная печатная плата с клеммными колодками. В качестве мер защиты от электромагнитных помех печатная плата установлена в алюминиевый короб, а подключение датчиков к модулю аналогового ввода осуществлено через экранированную витую пару.

Для сбора показаний с датчиков давлений был использован аппаратно-программный комплекс National Instruments, состоящий из шасси NI SCXI-1000, модуля аналогового ввода SCXI-1102 и аналого-цифрового преобразователя (АЦП) NI6034E [3]. АЦП имеет разрядность 16 бит, что позволяет обеспечить нужный уровень дискретизации сигналов датчиков давления по уровню. Для сбора и первичной обработки цифровых сигналов была создана программа в среде разработки NI LabVIEW. Несмотря на имеющуюся зависимость измеряемого выходного напряжения от давления, приведенную в документации к датчикам, необходимо было произвести тарировку датчиков во избежание погрешности, связанной с неточностью изготовления датчика и с различием в условиях среды, при которых проводятся измерения. По полученным коэффициентам пропорциональности были построены тарировочные кривые для каждого измерительного канала, с помощью которых можно получить достоверные данные о давлении в измеряемом участке. Для удобства последующей обработки и хранения данных была также предусмотрена автоматическая запись показаний в текстовый документ.

В результате была создана и протестирована автоматическая система позволяющая снизить риски при проведении экспериментальной работы, повысить диапазоны измерений избыточных давлений и производительность обработки данных.

Список литературы

1. 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.
2. Motorola semiconductor application note AN1646 // Electronic Circuits & Radio Controlled Modeling: сайт. URL: https://www.electronic-engineering.ch/microchip/datasheets/sensors/AN1646.pdf (Дата обращения 05.05.2024).
3. Руководство пользователя SCXI-1102/B/C // Авторизованный региональный учебный центр «Центр технологий National Instruments»: сайт. URL: https://nitec.nstu.ru/upload/lib/SCXI-1102_B-C%20User%20Manual.pdf (Дата обращения: 05.05.2024).

УДК 533.697

ВОЗДУХОДУВНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД

Костюченко А.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
avkos2002@gmail.com
Кругляк И.Ф., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
ilya22kruglyak@yandex.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»

Воздуходувный экспериментальный стенд предназначен для определения характеристик осевых вентиляторов в составе воздуходувной установки, дальнейшего использование установки в качестве аэротрубы, а также проведение лабораторных работ на кафедре Э3 «Газотурбинные двигатели и комбинированные энергоустановки» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Данный стенд состоит из входного устройства, расходомерного участка, входного направляющего аппарата и вентилятора вертолета Ми-8, электропривода и рамы. В качестве привода используется трехфазный асинхронный электродвигатель, для запуска и регулировки частоты вращения которого применяется частотный преобразователь. Подробно проработаны входное устройство и расходомерный участок.

При выборе входного устройства были спрофилированы 3 насадка, проведено исследование методом конечных элементов в среде Ansys CFX, по результатам которого был выбран лемнискатный насадок [1]. Проведено его профилирование, моделирование, производство и сборка. Такой профиль по результатам CFD исследований является наиболее предпочтительным за счет лучшего распределения поля скоростей потока воздуха, подаваемого к вентилятору, что важно для определения его характеристик.

Лемнискатный насадок сконструирован составным, изготовлен из пластмассовых деталей, полученных методами аддитивных технологий (3D-печать), и фанерных фланцев, вырезанных на лазерном раскройщике.

В качестве расходомерного участка выбрана труба постоянного поперечного круглого сечения с установленными в нее отборами статики в количестве шести штук и трубкой Пито-Прандтля для измерения полного давления [2]. Трубка Пито-Прандтля закреплена на однокоординатной траверсе, что позволяет проводить соответствующие измерения в различных точках и, посредством расчета динамической составляющей полного давления по закону Бернулли, получить действительный профиль скорости воздуха на входе в направляющий аппарат вентилятора по всему поперечному сечению, а, соответственно, рассчитать расход воздуха.

Для определения характеристик вентилятора, таких как коэффициент полезного действия по заторможенным параметрам η^*, коэффициент теоретического напора $\bar{H}_{\text{Т}} = \frac{\bar{H}_{\text{ад}}}{\eta^*}$, коэффициент расхода $\bar{\text{C}}_{\text{а}} = \frac{Q}{FU}$, коэффициент адиабатического напора $\bar{H}_{\text{ад}} = \frac{P_{\text{в}}}{\rho U^2}$ [3], необходимы данные об объемном расхода Q м^3/с, полном давлении, $P_в$ Па, получаемые экспериментально. Также требуется значение плотности ρ, кг/м^3 воздуха при конкретных условиях окружающей среды. Для корректного определения объемного расхода Q, м^3/с по показаниям статического давления, получаемыми через отборы статики по периметру расходомерного участка, предполагается определить поправочный коэффициент α_k.

$$Q = \frac{\pi d_k^2}{4} \cdot \sqrt{\frac{2(P_в - P_s)}{\rho}},$$

$$Q = \frac{\pi d_k^2}{4} \cdot \alpha_k \cdot \sqrt{\frac{2P_{s2}}{\rho}},$$

$$\alpha_k = \sqrt{\frac{P_в - P_s}{P_{s2}}},$$

где $d_к$ – внутренний диаметр расходомерного участка, $P_в, P_s$– отборы полного и статического давления (трубка Пито-Прандтля), P_{s2} − среднее значение статического давления по периметру расходомерного участка (отборы статики).

Полное давление определяется по следующим формулам:

$$Q = \frac{\pi d_k^2}{4} \cdot \alpha_k \cdot \sqrt{\frac{2P_{s2}}{\rho}};$$

$$P_в = P_{s2} + \frac{\rho}{2} \cdot \left(\frac{Q}{F}\right)^2$$

При известном поправочном коэффициенте трубка Пито-Прандтля демонтируется, и исследование характеристик вентилятора проводится по статическим параметрам давления.

Список литературы

1. Хорошавцев Д.Р., Ступоченко В.А., Беспалов Д.В. Создание воздухозаборного устройства для осевого компрессорного стенда методом аддитивных технологий. // Будущее машиностроения России. 2022: сборник докладов. XV Всероссийская конференция молодых ученых и специалистов (с международным участием) (Москва, 21-24 сентября 2022 г.). Москва, 2023. С. 59-66.
2. Пешехонов Н.Ф. Альбом приборов для измерения давления температуры и направления потока в компрессорах. М.: ЦИАМ, 1966. 160 с.
3. ГОСТ 10921-2017. Вентиляторы радиальные и осевые. Методы аэродинамических испытаний. Введ. 2019-07-01. Москва: Стандартинформ, 2018. 47 с.

УДК 621.45.037

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ ЛОПАТОЧНОГО ДИФФУЗОРА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАЛОРАСХОДНОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА

Орлова А.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
orlovana2001@gmail.com
Научный руководитель: Ушаков Р.Е., 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 (ЛД) и безлопаточного диффузоров ступени, выходных устройств [2]. Так, например, зачастую возникает необходимость повышения эффективности компрессора за счёт перепрофилирования лопаточного диффузора с использованием численных расчётов методами контрольных объёмов (CFD-расчёты).

В рамках деятельности лаборатории кафедры Э3 такая задача возникла при работе над созданием и улучшением конструкции электрокомпрессорного стенда ввиду того, что в

большинстве конструкций малоразмерных ЦБК лопаточный диффузор является наименее дорогостоящей деталью. Также 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.

В качестве исследуемого типа лопаточного диффузора был выбран клиновидный ЛД. Данный выбор был сделан по причине упрощения конструкции ступени ввиду обеспечения возможности простого монтажа болтовых соединений и всевозможных трубок. Также стоит отметить, что даже при неизбежном наличии вихреобразования за лопатками, диффузоры такого типа, используемые для работы на номинальном режиме, показывают эффективность сопоставимую с профилированными диффузорами.

При оптимизации конструкции лопаточного диффузора варьировались следующие параметры, характеризующие геометрию ЛД: угол раскрытия клина лопатки, радиус входной кромки лопатки и количество лопаток. Данные параметры были выбраны ввиду того, что каждый из них влияет на геометрию межлопаточного канала: его форму и размер горла, при сохранении той же степени уширения. В совокупности эти параметры оказывают влияние на течение потока и зоны отрыва.

Для каждого варьируемого параметра при проведении расчётов была построена расчётная сетка с замельчением у поверхности лопатки, состоящая из более 2,5 млн. элементов и более 4 млн. узлов.

При получении результатов моделирования была использована модель турбулентности «Shear Stress Transport» («SST»). Для каждой итерации геометрии было произведено 5000 итераций, при каждой из которых все значения невязок становились меньше порога в 10^{-5}. Граничными условиями задавались полное давление на входе и статическое давление на выходе [3].

В ходе расчётов была получена зависимость КПД ступени от угла раскрытия клина лопатки. Угол раскрытия варьировался от 1˚до 10˚с шагом 1˚. С увеличением угла эффективность ступени уменьшалась, но при угле больше 6˚ наблюдается увеличение степени расхождения невязок и неточности расчётов.

Также в ходе расчётов была получена зависимость КПД от радиуса входной кромки лопатки. Радиус входной кромки варьировался от 0,5 мм до 2 мм с шагом 0,5 мм. С увеличением радиуса наблюдается уменьшение эффективности ступени, а при радиусе больше 1,5 мм происходит увеличение степени расхождения невязок и неточности расчётов.

Помимо этого, в ходе расчётов была получена зависимость КПД ступени от количества лопаток ЛД. Количество лопаток варьировалось от 9 до 29 с шагом 2, на участке от 19 до 21 – с шагом 1. При увеличении количества лопаток ЛД эффективность ступени возрастает до момента, когда количество равно 15, затем начинает спадать до количества лопаток, равного 20, потом КПД ступени снова возрастает. На участке от 9 до 15 и от 21 до 29 происходит увеличение степени расхождения невязок и неточности расчётов.

Таким образом полученные зависимости имеют сложный вид, что, по мнению авторов, связано с изменением положения и размера отрывных зон, а также с изменением степени влияния обтекания лопаток друг на друга. Однако данный вопрос требует дополнительных исследований.

Список литературы

1. Пейсахович В.Г. Роль малой энергетики в решении проблем энергетического обеспечения потребителей // Энергорынок. 2005. № 2 (5). С. 47-56.
2. Арбеков А.Н., Вараксин А.Ю., Иванов В.Л. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок: учебник для энергетич. и авиац. вузов. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 678 с.
3. Штаничев Р.А., Яблоков А.М., Садовский Н.И. Верификации результатов численного моделирования малорасходной ступени центробежного компрессора с экспериментальными

данными с помощью программных комплексов Numeca Fine/Turbo и ANSYS CFX. // Вестник МАХ. Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение. 2021. № 3. С. 32-38.

УДК 621.438

РАСЧЕТ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА

Стецкая Т.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
steckaya_tatyana1@mail.ru
Научный руководитель: Новицкий Б.Б., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В настоящее время обратный инжиниринг является особенно актуальным методом поддержания устойчивого развития сферы машиностроения страны. Обратный или реверс инжиниринг в машиностроении – это комплекс технологий, аппаратных и программных средств, необходимых для создания свойств объекта с внесением в него ряда доработок и когда проектировщик данного объекта не предоставил полную информацию о структуре и технологии создания [1].

Работа посвящена получению газодинамических характеристик ступени центробежного компрессора (ЦБК) малоразмерного газотурбинного двигателя KJ-66, геометрия трехмерной модели рабочего колеса (РК) которой получена ранее методом обратного инжиниринга, представляющим собой оцифровку физического образца. Трехмерная модель РК была построена с использованием программного обеспечения ANSYS в модуле ANSYS BladeModeler, модели лопаточного диффузора (ЛД) и спрямляющего аппарата (СА) были извлечены из общей сборки двигателя. Серия газодинамических расчетов ступени ЦБК проводилась методом «контрольных объемов» в ANSYS CFX.

Первый этап работы посвящен расчету рабочего колеса отдельно вне ступени с целью получения данных о пропускаемом им расходе. Анализ результатов показывает, что на всех режимах работы колеса достигается сходимость решения, в противном случае можно было бы говорить о начале помпажа, запирание происходит при расходе 252,5 г/с [2].

Второй этап связан непосредственно с газодинамическим расчетом всей ступени. В процессе подготовки геометрии расчетной модели были приняты следующие допущения:

1) Задача считается осесимметричной;
2) Галтели между лопатками и покрывным диском отсутствуют;
3) Все лопатки спрямляющего аппарата принимаются одинаковыми.

Число элементов расчетной сетки для ЛД составило 67 051, число узлов – 75 500, для СА – 72 488 и 81 414 соответственно. При постановке задачи в блоке Setup программного комплекса ANSYS CFX были заданы следующие граничные условия:

1) Частота вращения РК 70 000 об/мин;
2) Полное давление на входе 101325 Па;
3) Полная температура на входе 288 К;
4) Статическое давление за спрямляющим аппаратом варьировалось от атмосферного до 150 000 Па с каждым последующим расчетом;
5) Модель турбулентности «k-ε»;
6) Количество итераций 500;
7) Значение невязок 10^{-6}.

В результате серии из 10 расчетов была получена характеристика компрессора при частоте вращения n = 70 000 об/мин. При выходном статическом давлении 150 000 Па расчет начал «разваливаться», что говорит о начале помпажа вследствие срыва потока с лопаток компрессора [3]. В остальных случаях, когда давление не превышает 145 000 Па наблюдается сходимость решения, поэтому можно говорить о достижении точки границы устойчивых режимов работы.

Запирание компрессора происходит при расходе 212,35 г/с, диапазон расходов составляет: 131,28…212,35 г/с, степеней повышения давления: 1,09…1,46 при статическом давлении за СА: 101 325…150 000 Па.

В дальнейшем планируется выйти на номинальную частоту вращения 120 000 об/мин.

Список литературы

1. Водин Д.В. Применение технологии обратного инжиниринга в машиностроении // Технические науки: проблемы и перспективы: IV Междунар. науч. конф. (Санкт-Петербург, июль, 2016 года): сб. матер. СПб.: Свое издательство, 2016. С. 67-69.
2. Стецкая Т.А. Реверс-инжиниринг малоразмерного рабочего колеса центробежного компрессора // Будущее машиностроения России: XV Всерос. конф. (Москва, 19-22 октября 2023 года). В 2 т. Т. 1. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. Т. 1. С. 476–480.
3. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М., Котовский В.Н. Теория авиационных двигателей. Ч. 1. М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2005. 366 с.

СЕКЦИЯ «ХОЛОДИЛЬНАЯ, КРИОГЕННАЯ ТЕХНИКА, СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ»

УДК 621.592.3

СРАВНЕНИЕ СХЕМ И ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦИКЛОВ ГЕЛИЕВЫХ ОЖИЖИТЕЛЕЙ

Андреев В.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
andreevvv@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Борисенко А.В., к.т.н., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Повышение энергетической эффективности систем ожижения гелия - важная задача криогенной отрасли. Гелий имеет самую низкую температуру конденсации при атмосферном давлении среди всех известных веществ. Этот факт делает его получение наиболее энергозатратным и сложным.

В качестве исходных данных для решения задачи выбора цикла ожижения гелия при заданных условиях были приняты температура и давление продукционного потока и давление хранения жидкого гелия. Параметры машин и аппаратов, гидропотери и недорекуперации для расчета приняты согласно опыту разработки подобных установок и рекомендациям [1]. При расчете схем криогенных рефрижераторов и ожижителей для определения свойств рабочих тел обычно используют уравнения Пенга-Робинсона в модификации Стрижека-Веры (PRSV), Пенга-Робинсона (PR) и модифицированное уравнение Бенедикта-Вебба-Рубина (MBWR). В данной работе использовалось уравнение MBWR, как наиболее точное описывающее состояние гелия в широком диапазоне температур и давлений.

В качестве критериев оптимизации циклов выбраны коэффициент ожижения и удельные затраты энергии на получение 1 кг жидкого гелия. Варьируемыми параметрами в зависимости от варианта схемы цикла выступали доли детандерных потоков и промежуточное давление расширения.

Задача состояла из 2 этапов:

- Сравнение вариантов конечной ступени ожижения
- Сравнение общих схем циклов

Для выбора конечной ступени ожижения было предложено три различных конфигурации: ступень простого дросселирования, дроссельная ступень с последовательным включением детандера с применением промежуточного теплообменного аппарата (ТОА) и дроссельная ступень с последовательным включением детандера без промежуточного ТОА. Применение последовательно включённого детандера обусловлено низким давлением инверсии гелия на низких температурах. За счет расширения в детандере удалось достичь оптимального давления и температуры перед расширительным вентилем. Наилучшие показатели были получены на последнем типе ступени (с детандером и без ТОА). В рамках расчета общих схем циклов конечная ступень остается неизменной.

Для сравнения было предложено 3 схемы четырехступенчатых циклов:

- Цикл № 1 с предварительным охлаждением (ПО) в азотной ванне, двумя ступенями с параллельным включением детандера и конечной ступенью ожижения (КСО)
- Цикл № 2 с ПО в азотной ванне, двумя ступенями с параллельным включением детандеров, соединённых между собой последовательно, и КСО
- Цикл № 3 с тремя ступенями с параллельным включением детандера и КСО

Первый и второй цикл характеризуются использованием внешнего источника холода, что увеличивает эффективность цикла и уменьшает затраты энергии. В результате расчетов цикл № 1 оказался наиболее эффективным.

В результате проведённых исследований установлено, что применение последовательно включенного детандера перед расширительным устройством и источника внешнего холода существенно увеличивает выход жидкости (с 10 % до 14 %) и уменьшает удельные затраты энергии на получение 1 кг жидкого гелия (с 13 кВт до 12 кВт) по сравнению с другими рассмотренными схемами.

Список литературы

1. Архаров А.М., Архаров И.А., Беляков В.П. Криогенные системы: учебник для вузов: в 2 т. М.: Машиностроение, 1996. Т. 2. Основы проектирования аппаратов, установок и систем / Архаров А. М., Архаров И. А., Беляков В. П. и др.; общ. ред. Архаров А.М., Смородин А.И. 2-е изд., перераб. и доп. 1999. 719 с.: С. 711-715.

УДК 66.045.126

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ПЛАСТИНЧАТОГО КОНДЕНСАТОРА-ИСПАРИТЕЛЯ

Барышников Е.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
baryshnikov.eg@mail.ru
Соболева Д.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
sobolewa.dariana@yandex.ru
Научный руководитель: Навасардян Е.С., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Пластинчатые теплообменные аппараты обладают высокой компактностью и эффективностью теплообмена. Не смотря на востребованность данного типа теплообменных аппаратов, современной обобщенной информации о характерных размерах пластин и видах критериальных уравнений для расчета коэффициентов теплоотдачи, особенно на режимах кипения и конденсации нет.

В данной работе рассмотрена задача расчета пластинчатого конденсатора-испарителя, входящего в состав каскадного холодильного цикла. Прямой поток: фреон R508A, 1,45 МПа, 12 г/с. Обратный поток: фреон R404A, 0,2 МПа, 19 г/с. Тепловая нагрузка аппарата: 1,9 кВт. Температуры конденсации и кипения соответственно: 250,15 К, 242,25 К.

Физика процессов конденсации и кипения слабо изучены в науке, в особенности физика процесса кипения, однако, экспериментальные данные позволяют описывать процесс теплообмена наравне с конвективным режимом теплообмена. Теплообменные аппараты, в том числе пластинчатые, изучаются следующим образом. Исследуется теплообменный аппарат определенной геометрии, проводится эксперимент, в результате которого составляется эмпирическая зависимость – критериальное уравнение, позволяющее получить коэффициент теплоотдачи со стороны соответствующего потока. Дальнейший расчет ведется по известной методике: расчет коэффициента теплопередачи, общей площади теплообменной поверхности, определение числа каналов для каждого потока. Это означает, что пластинчатый теплообменный аппарат с выбранной для него определенной пластиной, рассчитывать по критериальным уравнениям, предназначенным для пластин с другой геометрией, нельзя, результат расчета теряет достоверность.

В работе Барановского Н.В. представлен типоразмерный ряд разборных пластинчатых теплообменных аппаратов, дана подробная геометрия, а также критериальные уравнения для режимов конвекции и конденсации [1]. Режим кипения не рассматривается. Сотрудниками Харьковского политехнического института проводились исследования теплообменных процессов при кипении в пластинчатом испарителе. В результате исследований теплообмена в

пластинчатом испарителе, с определенным типом пластин, получено критериальное уравнение [2]. Данное уравнение, а также уравнения, указанные Барановским Н.В., применено в расчете. Пластины, представленные в книге Барановского, обладают большими габаритными размерами, не подходящими для проектируемого холодильного шкафа каскадной холодильной системы. Информацию о пластинах малых габаритов предоставляет программное обеспечение Aspen EDR, содержащий в себе широкий спектр конструкций теплообменных аппаратов, включая пластинчатые. По результатам обзора для расчета в данной работе была принята пластина U2 китайского производителя APV и рекомендуемые критериальные уравнения. Корректность расчета требует проверки и выполняется при сравнении расчетных габаритных размеров с значениями габаритных размеров аппарата в холодильной установке - прототипе. В результате расчета были получены коэффициенты теплоотдачи соответственно для тех участков теплообменной поверхности с режимами теплообмена:

- первый участок: фреон (газообразный прямой поток) – фреон (газообразный обратный поток); - второй участок: фреон (газообразный обратный поток) – фреон (конденсация в прямом потоке); - третий участок: фреон (кипение в прямом потоке) – фреон (кипение в обратном потоке).

Значения расчетных коэффициентов теплоотдачи 300 Вт/(м^{2}К) (на первом участке, для каждого из потоков), 4800 Вт/(м^{2}К) (для второго участка для каждого из потоков) и 38000 Вт/(м^{2}К) (для третьего участка для каждого из потоков). Коэффициент теплопередачи 4100 Вт/(м^{2}К). Режим конденсации описан достаточно корректно для инженерного расчета. Коэффициент теплоотдачи при кипении сильно завышен, истинное значение должно лежать в интервале 4000…10000 Вт/(м^{2}К). Несмотря на это, наибольшим термическим сопротивлением обладает участок конвективного теплообмена (газ - газ) и теплообмена при конденсации. Следовательно, завышенное значение коэффициента теплоотдачи при кипении не оказывает влияния на итоговое значение коэффициента теплопередачи. Задачу расчета пластинчатого конденсатора-испарителя можно считать успешно выполненной.

Список литературы

1. Барановский Н.В. Пластинчатые и спиральные теплообменники. М.: Машиностроение, 1973. 288 с.
2. Кошельник В.М. Теоретические и экспериментальные исследования теплообменных процессов в пластинчатом испарителе // Энергетические и теплотехнические процессы и оборудование. 2011. № 5. С. 109-117.

УДК 533.9.07

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ АППАРАТА МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СМЕСИ

Кузнецов А.Г., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
tyomyc@mail.ru
Научный руководитель: Воронов В.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Человек периодически, по своей воле или в силу сложившихся обстоятельств, попадает в среды с ограниченным содержанием или полным отсутствием кислорода, необходимого для нормальной работы организма. Самыми известными такими средами являются подводная среда, пожар (природного характера или в замкнутом пространстве) и космическое пространство (нахождение на орбитальной космической станции или в открытом космосе). Разработка систем и аппаратов, позволяющих человеку длительное время находится в среде без кислорода

(возможно более суток), является актуальной задачей. Особенно перспективным является создание мобильных индивидуальных систем жизнеобеспечения.

Существуют два типа процессов, на которых базируются системы жизнеобеспечения: это регенерация и замещение. Регенерация – восстановление исходного состава и свойств определенными физико-химическими процессами для последующего их использования. В настоящий момент больше развиты системы, базирующиеся на процессе замещения: в них в отработанном газе выделяется диоксид углерода CO_2, улавливается и после этого в контур производится напуск кислорода O_2 с помощью системы подачи. Примером такой системы являются ребризеры различных конфигураций. Ребризер – это дыхательный аппарат, в котором углекислый газ, выделяющийся в процессе дыхания, поглощается химическим составом, а затем смесь обогащается кислородом и подается на вдох. В целом, данная система и концепция прекрасно отработана, надежна, но имеет небольшое время работы – около 6 часов. С увеличением времени работы в общем случае система должна масштабироваться, что делает невозможным свободное передвижение в ней. Производились работы по созданию регенеративного ребризера, основанного на выделении кислорода из пероксида натрия, но из-за опасности использования данного реагента работы были прекращены [1].

Также существует система «Электрон-ВМ», базирующаяся на Международной космической станции МКС, которая поглощает углекислый газ, выделяемый астронавтами, а затем выделяет кислород из воды с помощью электролиза. Ученые из Калифорнийского технологического института разработали устройство для МКС, позволяющего регенерировать кислород из углекислого газа при бомбардировке им тонкой фольги, но в данный момент она не используется [2].

Перспективным способом регенерации дыхательной смеси является плазмохимический. Он основе на эффекте синтеза и диссоциации молекул при прохождении их через газоразрядный контур. В зависимости от типа разряда, расхода вещества, геометрии газоразрядного контура и способа ввода энергии в него, меняются продукты реакции. На данный момент времени перспективными и активно изучаемыми являются импульсные газоразрядные системы, преимуществом которых является малое потребление электричества, малые габариты и высокая степень неравновесности плазмы, что в совокупности позволяет создать эффективное устройство, небольшое по размеру, но также и способное работать от мобильных источников питания в виде аккумуляторов. Также следует заметить, что такие системы возможно масштабировать в случае, если вместо индивидуальной системы жизнеобеспечения необходимо создать устройство, способное регенерировать большое количество газовой смеси для каких-либо замкнутых систем.

Важной особенностью такой системы является то, что при прохождении газовой смеси через разряд могут образовываться соединения веществ, представляющих опасность для человека, например канцероген диоксид азота NO_2. Поэтому, для ограничения возможности синтеза таких соединений, решением является использование смеси кислорода с инертным газом, например гелием.

На основании проделанного анализа была предложена концепция устройства на базе плазмохимического реактора. Принцип работы устройства заключается в прохождении выдыхаемой человеком смеси через газовый разряд, в результате чего углекислый газ, содержащийся в ней, диссоциирует на сажу и кислород с промежуточным продуктом реакции в виде угарного газа CO. Сажа отделяется с помощью фильтра, остатки CO доокисляются с помощью катализатора до CO_2, и смесь возвращается к потребителю, после чего процесс повторяется.

Недостатком такой системы является необходимость в проведении большого количества экспериментов для поиска оптимальных режимов работы установки, а также важность обеспечения стационарного режима работы устройства, поскольку изменение температуры, расхода, частоты горения и прочих характеристик достаточно сильно влияет на эффективность протекания реакций, а также на количество продуктов этих реакций. Также важным фактом

является то, что максимальная степень конверсии углекислого газа в кислород на данный момент составляет около 30 процентов [3]. Это означает, что для достижения максимальной степени регенерации дыхательной смеси, необходимо многократное прохождение единицы объема вещества через газовый разряд. Все данные вопросы решаются с помощью создания конструкции определенной конфигурации и материалов, обеспечивающих устойчивость системы к различным факторам и максимальную степень конверсии.

Как вывод можно указать, что описанный выше способ регенерации дыхательной смеси является перспективным, эффективным, но одновременно сложным из-за его малой изученности. Чем больше сил будет вкладываться в это направление, тем быстрее будет создан прототип устройства и степень защищенности человека в опасных средах будет намного выше, чем сейчас.

Список литературы

1. Closed circuit breathing appararus. Rebreathers. URL: https://en.topwar.ru/190333-dyhatelnye-apparaty-zakrytyj-cikl-rebrizery.html (Дата обращения: 21.04.2024).
2. Yao Y., Shushkov P., Miller T.F. et al. Direct dioxygen evolution in collisions of carbon dioxide with surfaces. // Nat Commun. 2019. № 10. DOI: https://doi.org/10.1038/s41467-019-10342-6.
3. Леонов С.В., Жгута В.А. Экспериментальное исследование процесса конверсии CO2 с применением технологии плазменного пиролиза // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (г. Томск, 21-25 марта 2022 года). Томск: Изд-во ТПУ, 2022. С. 306-308.

УДК 621.565.6

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ СУХОГО ПЛАЗМЕННОГО ТРАВЛЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Кондаков С.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
kondakovsa@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Бычков Е.Г., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
bychkov.eg@bmstu.ru

Развитие компьютерной индустрии приводит к увеличению вычислительной мощности оборудования, что в основном обеспечивается ростом плотности размещения транзисторов. Увеличение плотности в том числе удается достичь за счет повышения точности геометрических размеров поверхностей и форм полупроводников, что возможно благодаря внедрению в технологические процессы производства процессоров современных технологий травления [1]. В настоящее время всё более широко внедряются технологии низкотемпературного сухого травления. В этом случае подложка с полупроводником охлаждается до низких температур (минус 40ºС … минус 130ºС - в зависимости от типа применяемой защитной среды: CF_3Br, CF_4, SF_6 и др.), при которых происходит конденсация защитной среды на поверхности полупроводника. Далее при обработке полупроводника микроволновой плазмой получаются анизотропные профили с малыми повреждениями. Такой подход к осуществлению деградации поверхностного слоя материала позволяет получить защитить материал от проникновения активных радикалов, достичь высокой скорости и селективности травления.

Из результата проведенного анализа научно-технической информации в этой области следует, что наиболее востребованной для реализации процесса низкотемпературного сухого травления будет разработка энергоэффективной холодильной машины с использованием промежуточного контура с негорючим хладоносителем для охлаждения подложки с

полупроводником, рассчитанная на отвод 500 Вт тепловой мощности при температуре минус 110 °С (при использовании защитной среды SF_6).

Для генерации “холода” на заданном температурном уровне была выбрана парокомпрессионная холодильная машина на многокомпонентной смеси хладагентов (ПКХМ на МСХ), как обладающая высокой термодинамической эффективностью при ограниченных массогабаритных характеристиках [2,3]. В качестве рабочего тела ПКХМ была выбрана смесь негорючих хладагентов: R-740/R-14/R-23/R-218. Изучение схемных решений с оптимизацией состава рабочего тела и параметров ПКХМ дало возможность сделать вывод о целесообразности использования ПКХМ на МСХ с предварительным охлаждением, что позволяет достичь расчетного значения холодильного коэффициента 26%.

В дальнейшем были проведены экспериментальные исследования на специально созданном низкотемпературном стенде [3]. По результатам проведенной серии экспериментов на различных составах МСХ было установлено, что максимальный холодильный коэффициент был получен для следующего состава R-740/R-14/R-23/R-218 (мол. %): 0,15/0,40/0,15/0,30, и составил 9% на температурном уровне минус 110 °С при полученном значении полезной холодопроизводительности около 158 Вт.

В целом результаты теоретических и экспериментальных исследований:

- подтвердили работоспособность выбранной схемы ПКХМ;
- показали необходимость внесения дополнительных ограничений в методику расчета и оптимизации в части количества низкокипящих компонентов МСХ;
- для объективной оценки оптимального состава МСХ на искомом температурном уровне требуется создание методики расчета цикла с учетом ограничений, определяющих возможность практической реализации ПКХМ;
- в случае необходимости снижения температуры термостатирования ниже минус 115°С целесообразно ввести в МСХ высококипящий компонент “подобный” по составу компрессорному маслу и установить дополнительный отделитель жидкости в теплой зоне.

В ходе дальнейших работ планируется проведение серии экспериментов в широком диапазоне изменения мольных концентраций компонентов в составе МСХ, а также определение циркулирующего состава МСХ в переходных режимах.

Список литературы

1. Nojiri K. Dry Etching Technology for Semiconductors. Berlin: Springer, 2015. 116 p. DOI: 10.1007/978-3-319-10295-5.
2. Навасардян Е.С. Разработка и исследование дроссельной системы охлаждения биоматериалов при температуре -70 °С: дис. … к.т.н. (05.04.03). МГТУ им. Н.Э. Баумана. М., 2003. 127 с.
3. Bychkov E.G. An integrated approach for designing Joule-Thomson refrigerators operating with mixtures // Applied Thermal Engineering. 2022. V. 202. №117837. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2021.117837.

УДК 629.12

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ НА ВЕЛИЧИНУ ТЕПЛО-ПРИТОКА К ХОЛОДИЛЬНОЙ КАМЕРЕ БОЛЬШОГО МОРОЗИЛЬНОГО РЫБОЛОВНОГО ТРАУЛЕРА

Кызыма О.О., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»,
olesya140@list.ru
Научный руководитель: Мамедов В.М.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Целью исследования является анализ величин теплового притока к холодильным камерам промышленного траулера-рыбозавода при выбранной конфигурации тепловой изоляции и толщинах основного изоляционного слоя в целях сокращения «мертвого» объема при эксплуатации судна.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: рассмотрены различные варианты организации тепловой изоляции для низкотемпературных трюмов; определены величины составляющих теплового притока в объем трюмов при выбранном материале основного теплоизоляционного слоя.

Предметная область исследования ограничена решением технико-экономической проблемы достижения наибольшей полезной объемной грузоподъемности промышленного судна с учетом эксплуатации холодильного агрегата в оптимальном режиме.

При выполнении расчетов было принято, что холодильная система построена на базе цикла с экономайзером с промежуточными контурами теплоносителя для сброса теплоты конденсации и охлаждения объема холодильных камер воздухоохладителями. Конструктивные особенности траулера-рыбозавода: трюмы расположены в основной несущей части судна ниже уровня моря; потолок трюма находится под палубой; тыльная сторона одного из трюмов сопряжена со складскими помещениями со средней температурой не менее 20°С. Тепловая нагрузка от тепловых притоков рассчитывалась для условий окружающей среды, соответствующих наиболее теплому месяцу в году.

Варианты тепловой изоляции ограждения трюма выбраны на основе анализа отечественного рынка с учетом стоимости и доступности материалов. Для проведения исследования были назначены три конфигурации теплоизоляционного слоя, для каждого из которых определены соответствующие толщины основных слоев. В качестве рабочего решения принималась конфигурация с наименьшей толщиной. В ходе расчета было выявлено, что наилучшим материалом для основного изоляционного слоя из рассмотренных является пенополиуретан.

Оценка тепловой нагрузки на низкотемпературные трюмы осуществлялась с учетом следующих составляющих тепловых притоков:

– тепловой приток от различных источников при эксплуатации, который состоит из:

а. тепловой приток от пребывания людей, обслуживающих трюмы;

б. тепловой приток при открывании дверей;

в. тепловой приток от работающих электродвигателей;

г. тепловой приток от освещения.

– тепловые притоки от морепродуктов при их холодильной обработке (домораживании) с учетом особенностей их хранения;

– тепловые притоки от солнечной радиации, при расчете которых принято, что избыточная разность температур не зависит от географического положения, но зависит от цвета внешнего покрытия судна;

– тепловой приток через ограждающие конструкции трюмов, при расчете которого принято, что его полная величина определяется как сумма тепловых притоков через стены, пол и потолок.

На основании расчета величины полной тепловой нагрузки на холодильную камеру установлена требуемая холодопроизводительность и сформулированы исходные данные для расчета и проектирования холодильного компрессора и элементов парокомпрессионного цикла с экономайзером.

В ходе выполнения исследования было проанализировано влияние теплофизических свойств и конструкции тепловой изоляции на составляющие величины тепловых притоков в объем низкотемпературных трюмов.

Установлено, что наиболее оптимальным вариантом с точки зрения снижения «мертвого» объема является организация изоляционного слоя из пенополиуретана, который обеспечивает наибольший свободный объем трюмов и объем загрузки за счет большей тепловой нагрузки на холодильную систему относительно других вариантов.

Список литературы

1. Свердлов Г.З., Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. М.: Пищевая промышленность, 1978. 264 с.
2. ГОСТ 32366-2013 Рыба мороженая. Технические условия. Дата введения 01.01.2015. Москва: Стандартиформ. 2013. 4 с.

УДК 532.546.7

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ ЗАПРАВКИ АДСОРБЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АККУМУЛИРОВАНИЯ МЕТАНА С РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ ГАЗОВЫХ КАНАЛОВ В ПЛОТНОУПАКОВАННОМ МОНОБЛОЧНОМ АДСОРБЕНТЕ

Шелякин И.Д., аспирант
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
shelyakinlife@mail.ru
Научные руководители: Бондаренко В.Л., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
Казакова А.А., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»,

Адсорбированный природный газ (АПГ) – перспективный альтернативный метод хранения природного газа (ПГ) в адсорбированном состоянии. Данный метод обладает рядом преимуществ:

- снижение рабочего давления хранения ПГ по сравнению с компримированным при сохранении удельной емкости хранения;
- снижение капитальных затрат на оборудование для реализации процесса сжатия, а также операционных затрат за счет повышенной энергоэффективности метода [1];
- область рабочих температур АПГ-систем находится в умеренном, холодильном диапазоне температур от -40°С до +50°С;
- повышенная пожаро- и взрывобезопасность за счет «связанного» состояния молекул газа в порах адсорбента (активного угля), а также сниженного давления хранения.

Наиболее перспективная область применения АПГ – бортовые топливные системы для газомоторного транспорта различных категорий.

В работе рассматривались методы борьбы с тепловыми эффектами адсорбции, уменьшающими емкость системы и увеличивающими продолжительность заправки. Поскольку комфортность и скорость процесса заправки является принципиально важным параметром для конечного пользователя данной технологии и существенно сказывается на привлекательности

АПГ-систем, данный негативный эффект является серьезной преградой на пути внедрения АПГ в транспортный сектор.

Для сокращения продолжительности заправки в данном исследовании рассматривались различные способы интенсификации тепло- и массообменных процессов при низкотемпературной циркуляционной заправке, для которой характерно применения охлажденного циркулирующего ПГ в качестве агента, снимающего теплоту сорбции [2]. В качестве средства интенсификации тепло- и массообменных процессов рассматривались газовые каналы различной геометрии выполненные в плотноупакованном моноблочном адсорбенте.

Для оценки применимости рассматриваемых каналов, а именно: сокращения продолжительности процесса заправки и минимизация гидравлического сопротивления адсорбционного слоя при увеличении массового расхода через газовые каналы (от 2 до 32 кг/ч), было проведено численное моделирования в программном комплексе ANSYS Fluent [3].

Были получены расчетные параметры работы газовых каналов различной геометрии и даны рекомендации по области их применения в широком диапазоне рабочих давлений (от 20 до 70 бар) в зависимости от гидравлического сопротивления адсорбционного слоя (затрат энергии на продувку охлажденным ПГ).

Список литературы

1. Стриженов Е.М., Жердев А.А., Подчуфаров А.А. и др. Энергосберегающая многоступенчатая заправка адсорбционной системы аккумулирования природного газа // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2015. № 11. С. 40–44.
2. Strizhenov E.M., Chugaev S.S., Menshchikov I.E. etc. Experimental study of heat transfer in adsorbed natural gas storage system filled with microporous monolithic active carbon // J Phys: Conf Ser. 2021. V. 2116. I. 1. DOI: 10.1088/1742-6596/2116/1/012085.
3. Шелякин И.Д., Моделирование процесса адсорбции в ANSYS Fluent // Студенческая научная весна: Всероссийская студенческая конференция: сборник тезисов докладов (Москва, 01–30 апреля 2021 года). Москва: Издательский дом «Научная библиотека», 2021. С. 23–25.

СЕКЦИЯ «ТЕПЛОФИЗИКА»

УДК 536.468

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ ПРЕДЕЛОВ ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Анисимов В.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
valdisface@mail.ru
Научный руководитель: Яценко П.И, к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
Научный консультант: Володин В.В., с.н.с.
ОИВТ РАН, Лаборатория № 20

Концепции сокращения углеродных выбросов предусматривают использование в качестве топлива смесей метана с водородом, поскольку умеренные добавки водорода позволяют заместить часть углеродосодержащего метана, повысить полноту сгорания метана, при этом используя средства хранения, доставки и сжигания топлива, разработанные для метана [1]. Одним из ключевых аспектов безопасности использования газовой смеси является знание условий, при которых возможно воспламенение и горение, в частности – ее концентрационных пределов воспламеняемости (далее КПВ).

В рамках текущего исследования были определены концентрационные пределы самоподдерживающегося распространения пламени в смеси водород-метан-воздух при температурах 50 и 150°С и давлениях 1 и 3 атм. Задача решалась экспериментально в связи с тем, что в научной литературе отсутствуют экспериментальные данные по КПВ смесей метан-водород-воздух при указанных условиях, а применение редуцированных кинетических схем для численного моделирования требует валидации с использованием экспериментальных результатов [2].

Для проведения экспериментов была спроектирована и собрана экспериментальная установка, состоящая из термоизолированного шкафа, внутри которого размещены конвективные нагреватели, обеспечивающие достижение необходимых температур. Также установлен вентилятор для улучшения конвекции внутри шкафа, что существенно ускоряет процесс передачи тепла к взрывной камере, в которой и происходит основная часть эксперимента. Газовая смесь подалась через магистраль и нагревалась в сферической взрывной камере. Для проведения измерения давления и температуры, в камере были размещены термопара и датчик динамического давления. Для зажигания смеси использовалась взрывающаяся проволочка, закрепленная на держателе, который также располагается внутри камеры. Для регулировки максимальной начальной температуры внутри шкафа использовался ЛАТР.

Предварительно камера откачивалась с помощью вакуумного насоса, затем через газовую магистраль подавалась смесь водорода и метана, после чего при помощи компрессора добавлялся необходимый объем воздуха. Затем с помощью устройства зажигания производился взрыв нихромовой проволочки с энергией 0.6 Дж. Такой способ воспламенения рекомендован ГОСТ 12.1.044-2018 для определения КПВ газо- и паровоздушных смесей. Данные о температуре и давлении передавались на измерительные приборы через термопару и датчики статического и динамического давлений.

Критерием воспламенения являлось увеличение давления после поджига более чем на 5%. Смесь считалась негорючей, если она не загорелась ни разу в серии из 3 экспериментов. Границы зоны самоподдерживающегося горения находились с точностью до 1% объемной доли газа.

По результатам обработки эксперимента были построены сравнительные диаграммы (аналог диаграмы Шапиро-Моффетти) для смеси водород-метан-воздух, показывающие КПВ смеси в зависимости от концентрации компонентов. В качестве референтных начальных условий использовались следующие условия в камере: температура в камере – 50°С, давление 1 атм.

Было установлено, что изменение начальных условий сильнее меняет верхние КПВ, нежели нижние. При повышении давления происходит сужение зоны воспламенения чистых смесей метана с воздухом и водорода с воздухом, и расширение зоны воспламенения двухкомпонентных горючих смесей в диапазоне от 56% до 96% водорода в горючем. При повышении температуры у смеси водорода с воздухом зона воспламенения растет, у метана с воздухом – смещается вниз по концентрации, у метана с водородом зона воспламеняемости растет в диапазоне от 54% водорода в горючем.

Результаты работы могут быть использованы для выбора параметров рабочего процесса в камерах сгорания энергетических установок; определения допустимых составов смеси в установках химических производств и обеспечения пожаровзрывобезопасности при использовании в качестве топлива смесей метана с воздухом. Также полученные данные полезны для валидации численных моделей химической кинетики окисления водородно-метановых смесей.

Список литературы

1. Арутюнов В.С., Арутюнов А.В. Перспективные пути снижения углеродного следа мировой экономики // Горение и плазмохимия. 2022. Т. 20. С. 289-294.
2. Лаевский Ю.М., Яушева Л.В. Численное моделирование фильтрационного горения газа на основе двухуровневых полунеявных разностных схем // Вычислительные технологии. 2007. Т. 12. № 2. С. 90-91.

УДК 544.452.2

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ БЕДНОГО ВОДОРОДНО-ВОЗДУШНОГО ПЛАМЕНИ В УЗКОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ЗАЗОРЕ

Алехнович П.С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
hnovichpa@mail.ru
Научный руководитель: Яценко П.И., к.ф.-м.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В современной энергетике в качестве альтернативного вида топлива всё больше внимания уделяется водороду. В этой связи возникает ряд вопросов касательно безопасности водородных топливных элементов [1]. Другим аспектом горения в плоских зазорах являются микроэлектромеханические системы, способные обеспечивать энергией космические исследовательские аппараты [2].

Данное экспериментальное исследование изучает вопрос распространения бедных водородно-воздушных пламён в узких зазорах, аналогичных ячейкам Хеле-Шоу [3]. В работе изучается влияние концентрации водорода в водородно-воздушной смеси и величины зазора на характер распространения пламени. При варьировании вышеописанных параметров могут меняться режимы горения, может распадаться связный фронт пламени, при этом скорость фронта пламени уменьшается, в следствие распада пламя может затухать. В работе исследовались концентрации в 10, 12, 15 об. % H_2 при зазорах в 3, 5, 7 мм.

Экспериментальная установка представляла из себя узкую цилиндрическую камеру с центральным искровым воспламенителем. Сверху объём камеры закрыт стеклом марки КИ, прозрачным в ИК диапазоне от 1 до 3 мкм, что при основной длине волны излучения паров воды,

равной 2,7 мкм позволяет образующиеся при горении пары регистрировать инфракрасной камерой.

В работе обнаружены два режима горения. Первый режим – дефлаграционный фронт пламени. Он характерен для сравнительно высоких концентраций водорода и представляет собой связную складчатую зону реакции. Для каждого набора параметров концентрации и толщины зазора определены видимая скорость фронта пламени, коэффициент складчатости, определяемый как

$$\sigma = \frac{\Pi}{2\pi R_{\text{ср}}} \tag{1}$$

отношение настоящего периметра фронта к длине окружности того же среднего радиуса. Коэффициент менялся в диапазоне σ = 1,35÷1,6. Также посредством сравнения кадров определена скорость распространения пламени.

Второй режим характерен для ультрабедных смесей и представляет собой распространение пламени в виде отдельных независимых шаров. Благодаря инфракрасной съёмке установлено, что зарождение шаров происходит при распаде дефлаграционного фронта. В работе определены скорости движения шаров, определены периметры фронтов до и после распада, а также критическая толщина зазора и концентрация, при которых происходит смена режимов горения.

Толщина зазора и концентрации смесей определяют отношение выделившегося тепла к теплопотерям. По полученным инфракрасным изображениям построены временные зависимости суммарного периметра и скорости фронта водородно-воздушного пламени до и после распада.

Список литературы

1. Kuznetsov M., Grune J. Experiments on combustion regimes for hydrogen/air mixtures in a thin layer geometry // Int. J. Hydrogen Energy. 2019. V. 44 (17). pp. 8727-8742.
2. Chigier N.A review of micro propulsion technology / 41st Aerospace sciences meeting and exhibit. 2003. P. 670-680. DOI: 10.2514/6.2003-670.
3. Москалёв П.В., Денисенко В.П., Кириллов И.А. Классификация и динамика ультрабедных водородо-воздушных пламен в горизонтальных цилиндрических ячейках Хеле-Шоу // ЖЭТФ. 2023. Т. 164 (1). С. 117–128.

УДК 536.242

ИНЖЕНЕРНО-ПРИКЛАДНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ЗАДАЧ СВОБОДНО-КОНВЕКТИВНОГО ТЕРМОГРАВИТАЦИОННОГО ТЕПЛООБМЕНА

Скрипка А.О., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
skripkaao@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Гришин Ю.М., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Задачи свободно-конвективного теплообмена широко исследуются в научном сообществе [1]. Интерес к свободной конвекции связан с возможностью теплообмена без внешнего вмешательства [2]. В этом свободная конвекция схожа с радиационным теплообменом. Объединение данных типов теплообмена открывает возможности для эффективного беззатратного теплосъёма.

В рамках данной работы рассмотрены основные задачи, использующие свободно-конвективный и радиационный типы теплообмена. В частности, разобрана задача интенсификации плинтусных панельно-лучистых систем обогрева помещений. Формируемый в таких плинтусных системах (ПС) свободно-конвективный поток теплого воздуха поднимается

вдоль стены, нагревая её. Нагретые стены осуществляют лучистый нагрев предметов в помещении. Для выявления особенностей задачи интенсификации, выполнен экскурс по существующим ПС.

По итогам экскурса задача интенсификации была разбита на три подзадачи оптимизации. Определение влияния положения рёбер, определение влияния размера труб и определения влияния соседних ячеек друг на друга. Для решения данных задач, в пакете программ ANSYS построена и валидирована численная 3D модель. Приведены результаты исследования по всем трём подзадачам. Получены аппроксимационные критериальные зависимости для Nu=f(Ra) [3]. Сделаны выводы, в рамках которых демонстрируется неполнота численного моделирования для определения геометрического оптимума.

Построена аппроксимационная модель, которая позволила, до некоторой степени точности продемонстрировать существование и определить геометрическую конфигурацию экстремума инженерно-важной величины – удельного теплосъёма (мощность, снимаемая с погонного метра конструкции).

На основе данных аппроксимации определены оптимальные размеры рёбер и диаметра труб в зависимости от температуры греющих элементов. Даны практические рекомендации по выбору геометрических и режимных параметров системы.

Список литературы

1. Elenbaas W. Heat dissipation of parallel plates by free convection // Physica. 1942. V. 9. № 1. pp. 1–282.
2. Попов И.А. Гидродинамика внешних и внутренних свободноконвективных вертикальных течений с интенсификацией. Казань: Изд. «Центр инновационных технологий», 2007. 324 с.
3. Churchill S.W., Usagi R.A General Expression for the Correlation of Rates of Transfer and Other Phenomena // AIChE Journal. 1972. V. 18. № 6. pp. 1121-1128.

УДК 621.313.33

АНАЛИЗ ВЫДЕЛЕНИЯ ТЕПЛА В ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕ НА ПОСТОЯННЫХ МАГНИТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANSYS MOTOR-CAD

Хажеев Д.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
hazheev.D@yandex.ru
Научный руководитель: Харитонов С.В., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В настоящее время электродвигатели играют незаменимую роль в различных промышленных и бытовых целях. Однако, в процессе их эксплуатации возникает проблема управления выделением тепла, что может привести к перегреву, а в следствии чего к выходу из строя агрегата. В данном исследовании сделан упор на анализе тепловых процессов в электродвигателе с использованием пакета моделирования Ansys Motor-CAD. Целью работы является оценка и оптимизация теплового режима работы электродвигателя с целью повышения надежности его работы и подбора если это необходимо системы охлаждения.

Для исследования тепловыделений в разных частях электродвигателя, необходимо было построить модель для электромагнитной симуляции. Эта модель включала в себя полную геометрию: диаметр ротора – 78 мм, диаметр вала – 4 мм, 7 пар полюсов магнитов, 12 пазов статора. Схему обмотки якорей статора: количество фаз 3, баварский тип намотки провода. Материалы, из которых сделаны основные часть электродвигателя, в том числе и медный провод: статор и ротор – сталь 2111, провод ПЭВТЛ-2. Также были заданы условия работы: напряжение с аккумулятора 12 В, максимальный ток – 9 А.

Принцип построения геометрической модели и задания необходимых параметров был основан на работах авторов [1, 2]. После проведения расчетов и оптимизации работы электродвигателя на постоянных магнитах эффективность системы составила 80% и выходная мощность на уровне 21 Ватт. Пульсации тока и напряжения составляли не более 2%, а пульсации момента на валу в пиковом значении составили 10%.

Данные, полученные после проведения электромагнитного расчета, были переданы в тепловой расчет. Для этого модуля дополнительно задавались такие параметры, как температура окружающей среды 30°, а также были дополнены конструктивные детали, в виде отверстий в крышке ротора для охлаждения естественной конвекцией.

Моделирование проводилось при различных режимах работы. Это обеспечивалось разной частотой вращения и переменной нагрузкой, которая прикладывалась на вал. Также было проведено моделирование во времени при заданной частоте в 5000 об/мин.

На основе полученных данных был проведен анализ температурного состояния в различных частях электродвигателя на постоянных магнитах и предложены меры для увеличения эффективности системы и уменьшения тепловых потерь, возникающих в статоре и обмотке двигателя.

Список литературы

1. Coteț F.A., Văscan Iu., Szabó L. On the usefulness of employing ANSYS Motor-CAD software in designing permanent magnet Synchronous Machines // Designs. 2023. V. 7. № 1. DOI: https://doi.org/10.3390/designs7010007.
2. Калинин В.Ю., Тищенко К.О. Опыт совершенствования алгоритма тепловентиляционного расчета низковольтных асинхронных двигателей в закрытой обдуваемой оболочке // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XXII Бенардосовские чтения): материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 75-летию теплоэнергетического факультета (Иваново, 31 мая 2023 года). Т. 3. С. 188-192.

СЕКЦИЯ «ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ И УСТАНОВКИ»

УДК 621.039.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЙТРОННО-ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЯДЕРНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ

Головлева А.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
alena.golovleva2003@gmail.com
Машкин С.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
stepan17092002@mail.ru
Научный руководитель Дудкин К.О., ассистент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В связи с развитием программ по изучению и освоению космоса, в частности Луны, разрабатываются новые космические технологии и устройства, связанные непосредственно с научными миссиями, колонизацией и добычей ресурсов. В лунной гонке участвуют передовые страны, среди целей которых, помимо освоения космических ресурсов, является конструирование обитаемых лунных станций, которые будут основой для последующего освоения дальнего космоса. Создание обитаемых баз и постоянное пребывание там человека потребует наличия надежных источников энергии, которые способны автономно функционировать длительное время, непрерывно генерируя значительное количество электрической мощности (порядка десятков и сотен кВт).Таким источником может стать ядерная энергетическая установка. Конструкция космических ядерных энергетических установок (КЯЭУ) подразумевает компактные размеры активной зоны и разогрев теплоносителя до относительно больших значений температур с целью обеспечения высокого КПД установки, что приводит к ряду существенных отличий в нейтронно-физических характеристиках, характерных именно для установок такого типа.

Неотъемлемой частью жизненного цикла любого реактора является его физический пуск. Обычно он осуществляется с использованием внешнего источника нейтронов. Для КЯЭУ запуск может осуществляться в открытом космическом пространстве, для которого характерно наличие потока высокоэнергетических зараженных частиц, в том числе протонов. В то же время наиболее перспективным материалом отражателей КЯЭУ считается бериллий, что позволяет рассмотреть возможность использования реакции 9Be(p, n)9B для физического пуска реактора.

В данной работе проведено моделирование взаимодействия высокоэнергетических протонов с бериллиевой мишенью с применением метода Монте – Карло. Математическая модель представляет собой моноэнергетический мононаправленный источник протонов, взаимодействующих с мишенью. Моделируемые значения энергии принимались равными 18 МэВ, 20 МэВи 30 МэВ. В качестве материала мишени используется изотоп бериллия 9Be. Мишень выполнена в виде цилиндра высотой 10 см и радиусом 5 см, расположенный в вакууме. Детектирование потока нейтронов, получающегося в результате взаимодействия протонов с бериллием, производится поверхностью в виде круга радиусом 13.5 см, расположенного на расстоянии в 20 см от мишени. Кроме того определены коэффициента реактивности по температуре топлива, по плотности теплоносителя и по изменению геометрии активной зоны в следствии термических расширений конструкции, а также сравнение их вкладов в интегральный мощностной эффект реактивности. Также найдена эффективность органов регулирования ЯЭУ FSP40 представленных в виде бериллиевых барабанов в зависимости от теплового расширения активной зоны.

В результате проведенного моделирования получено распределение спектра нейтронов, генерируемых в результате взаимодействия протонов с бериллиевой мишенью. Проведено

сравнение полученных данных с имеющимися литературным источниками. На основе полученных результатов определено направление дальнейшего продолжения работ. Также можно сделать вывод, что малые размеры активной зоны реактора приводят к значительному влиянию теплового расширения элементов конструкции на размножающие свойства среды, чем нельзя пренебрегать при обосновании безопасности проектируемой установки [1-3].

Список литературы

1. Otuka N. et al., Towards a more complete and accurate Experimental nuclear reaction data library (EXFOR): international collaboration between Nuclear Reaction Data Centres (NRDC). // Nucl. DataSheets. 2014. № 120. pp 272 – 276.
2. Lone M.A. et al., Thick target neutron yields and spectral distributions from the 7Li (d,p; n) and 9Be (d,p; n) reactions // Nuclear instruments and methods. 1977. № 143. pp. 331 – 344.
3. Avetisyan R. et al. Neutron – Induced Reactions Investigations in the Neutrons Energy Range up to 16 MeV // NUCLEAR THEORY. 2014. № 33. pp. 221-223.

УДК 621.039.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ТЕРМОСИФОНАХ С ВОДОЙ В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Горяев Р.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
rostik.goryaev@mail.ru
Пожидаев А.Р., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
artyom.pozhidaev0@gmail.com
Научный руководитель Дудкин К.О., ассистент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Термосифон представляет собой устройство, в котором для передачи теплоты используются явления кипения и конденсации теплоносителя, циркулирующего под действием гравитационных сил [1]. В области подвода теплоты происходит испарение теплоносителя, далее пар движется вдоль оси трубы, и при достижении области отвода теплоты он отдаёт энергию рабочему телу и конденсируется. Данная технология нашла широкое применение в различных сферах науки и техники ввиду своей высокой надежности и технологичности [2]. В настоящее время применение термосифонов рассматривается во многих проектах ядерных энергетических установок различного назначения.

Данная работа посвящена моделированию теплофизических процессов и определению передаваемой мощности закрытого термосифона с водой в качестве теплоносителя инженерным методом расчёта. Была составлена математическая модель термосифона, по которой выполнялся расчёт термических сопротивлений на различных участках движения теплоносителя с использованием электротепловой аналогии. Рассмотрены особенности теплообмена в испарителе и конденсаторе, влияние выбранных корреляций на результаты расчёта [3].

В работе было проведено численное определение полного термического сопротивления и мощности термосифона заданной геометрической конфигурации – цилиндрической трубки с внутренним диаметром 22 мм и длиной 700мм в диапазоне рабочих температур от 80 °C до 120 °C, со степенью заполнения теплоносителем от 0,1 до 0,9.Также было определено влияние степени интенсификации теплообмена в зоне конденсации на передаваемую мощность термосифона.

Список литературы

1. Guichet V., Jouhara H. Condensation, evaporation and boiling of falling films in wickless heat pipes (two-phase closed thermosyphons): A critical review of correlations. // International Journal of Thermofluids. 2020. V. 1-2. Pp. 1-37. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijft.2019.100001.
2. Безродный М.К., Пиоро И.Л., Костюк Т.О. Процессы переноса в двухфазных термосифонных системах. Теория и практика. / 2-е изд. Киев: Факт, 2005. 704 с.
3. Jafari D., Franco A., Filippeschi S, Di Marco P. Two-phase closed thermosyphons: Are view of studies and solar applications // Renewable and Sustainable Energy. 2016. № 53. pp. 575-593.

УДК 621.039.4

АНАЛИЗ НАКОПЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОТОПОВ В АКТИВНОЙ ЗОНЕ КАНАЛЬНОГО РЕАКТОРА НА ПРИМЕРЕ SM-153

Ильин А.С., студент
МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
artemilin01@mail.ru
Научный руководитель: Семишин В.В., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В данной работе изучается динамика накопления изотопа Sm-153 в активной зоне канального ядерного реактора с графитовым замедлителем [1, 2]. Расчет проводился в программном комплексе MCUFREE [3].

Результаты расчетного моделирования показали, что на скорость накопления влияют такие факторы как: обогащение топлива, содержание в нем выгорающего поглотителя (в данном случае эрбий) и шаг решетки.

Исходя из проведенных расчетов, предложены значения варьируемых параметров, которые позволяют более интенсивно нарабатывать радиоактивные фармацевтические препараты.

Список литературы

1. Черкашов Ю.М. Канальный энергетический реактор РБМК. М.: «ГУП НИКИЭТ», 2006. 631 с.
2. Доллежаль Н.А., Емельянов И.Я. Канальный ядерный энергетический реактор. М.: Атомиздат, 1980. 208 с.
3. Алексеев Н.И. Программа MCU для расчета методом Монте-Карло нейтронно-физических характеристик ядерных реакторов. Геометрический модуль SCG. Москва: РНЦ КИ, 1995. 60 с.

УДК 621.039.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИВОДА СУЗ ШЭМ-3 ВВЭР-1200 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ

Корягин В.Ю., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
kvyu19ea027@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Марков П.В. к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Привода СУЗ ШЭМ-3 в составе 121 ед. устанавливаются на патрубки крышки реактора ВВЭР-1200 и входят в состав верхнего блока реактора. Теплофизические процессы, происходящие в системе охлаждения верхнего блока, являются сложным явлением, напрямую

определяющим температурное состояние приводов, как неотъемлемого элемента безопасности реактора.

В настоящей работе представлено моделирование температурного состояния привода системы управления и защиты реактора ВВЭР-1200. В ходе работы была построена расчетная модель, расчетная сетка, подобраны граничные условия, отвечающие целям поставленной задачи. В рамках верификационной части была подобрана наиболее подходящая модель турбулентности и проверена сеточная сходимость на тестовой задаче. Были определены температуры на элементах привода, влияющих на его эксплуатационный ресурс, а также локальные параметры скорости и давления вблизи этих элементов.

На основе полученных данных был сделан вывод о нахождении параметров элементов привода в проектных пределах. Полученные результаты были сравнены экспериментальными значениями.

Расчет проводился в программном комплексе AnsysFluent.

Список литературы

1. Никитюк В.П., Казахмедов А.Г., Ваулин А.С., Ершов И.Т., Денисов В.П. Приводы СУЗ реакторов ВВЭР для атомных электростанций. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. 325 с.

УДК 621.039

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НИЖНЕЙ ДИСТАНЦИОНИРУЮЩЕЙ РЕШЕТКИ ТВС ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

Морозов А.Ю., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
Научный руководитель: Марков П.В., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В работе представлены результаты экспериментального исследования коэффициента гидравлического сопротивления нижней дистанционирующей решетки ТВС ядерного реактора. Решетка используется для фиксации в радиальном направлении хвостовиков самодистанционирующихся оребренных ТВЭЛов и содержит 96 цилиндрических отверстий для прохода теплоносителя.

Эксперименты выполнены в лаборатории кафедры «Ядерные реакторы и установки» МГТУ им. Н.Э. Баумана на гидравлическом стенде «Э7-ЭЛЕМАШ» при проливке макета ТВС водой при условиях, близких к нормальным, в диапазоне значений числа Рейнольдса от $0{,}5\cdot10^4$ до $2{,}0\cdot10^4$. Показано, что в исследуемом диапазоне значение коэффициента гидравлического сопротивления дистанционирующей решетки монотонно уменьшается от 1,6 до 1,0с увеличением значения числа Рейнольдса.

Выполнено сравнение результатов экспериментов с имеющимися справочными данными, показано их удовлетворительное соответствие [1-3].

Список литературы

1. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / под ред. М.О. Штейнберга. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1992. 672 с.
2. Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков В.П. Справочник по теплогидравлическим расчетам: Ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы. / под общ. ред. П.Л. Кириллова. М.: Энергоатомиздат, 1990. 360 с.
3. Солонин В.И. Ядерные реакторные установки: учеб. пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. 87 с.

УДК 621.039.4

РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА У ОБОРУДОВАНИЯ ГЦК ВВЭР-1200

Оловягин А. С., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
olovyagin01@yandex.ru
Научный руководитель: Перевезенцев В.В., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Развитие ядерной энергетики характеризуется повышенным вниманием к вопросам обеспечения радиационной безопасности персонала. При эксплуатации реакторов ВВЭР возможна разгерметизация твэлов, с выходом радиоактивных продуктов деления (ПД) в теплоноситель [1]. При разработке проекта ЯЭУ любого назначения важное внимание уделяется вопросам расчёта и проектирования защиты персонала от воздействия ионизирующих излучений. Удельная активность ПД в теплоносителе первого контура ядерной энергетической установки (ЯЭУ) с ВВЭР за счет их поступления из негерметичных твэлов может превосходить значения удельной активности всех источников и, следовательно, определять радиационную обстановку у оборудования первого контура. Эти факторы приводят к постоянному повышению дозы гамма-излучения от оборудования, что существенно усложняет обслуживание ЯЭУ и проведение плановых ремонтов.

При проведении расчётов создана модель переноса ПД из топлива в теплоноситель, в которой приняты допущения о том, что выход газообразных и летучих продуктов деления происходит из таблетки на высоте дефекта (в расчёте учитывается одна таблетка в твэле), перенос продуктов деления по высоте и связь газообразных продуктов деления в зазоре не учитывается. В соответствии с зависимостью из [2]:

$$\frac{dA_t}{dt} = \frac{R_i^{(\text{к.д})}}{M} - \left(\lambda_i + K_{o_i}\right)A_t, \quad (1)$$

где A_t – концентрация ПД в теплоносителе, $R_i^{(\text{к.д})}$ – скорость поступления коротко и долгоживущих нуклидов, M – масса теплоносителя, λ_i – постоянная радиоактивного распада радионуклида, K_{o_i}- постоянная очистки первого контура от i-го радионуклида.

Скорость поступления ПД в теплоноситель выражается соотношением из [2]:

$$R_i^{(\text{д})} = \omega_{\text{гр}} * Y * \frac{0.25\lambda_i + 300\mu_0}{(\mu_i + \lambda_i) * 3{,}7 * 10^{10}} \quad (2)$$

где$\omega_{\text{гр}}$ –, скорость деления ^{235}U в граничном слое топлива в топливной таблеткеY – кумулятивный выход, μ_1 – скорость выхода ПД из-под оболочки в теплоноситель, μ_0 – скорость выхода ПД из топлива под оболочку, λ_i – постоянная радиоактивного распада радионуклида.

Количество разгерметизированных твэлов соответствует эксплуатационным пределам. В научно-исследовательской работе проведено моделирование работы системы очистки теплоносителя первого контура и проведены вариантные расчёты коэффициента очистки фильтров.

Проведены расчёты, показывающие, что самыми опасными с точки зрения гамма-излучения являются изотопы Te-132,134и I-134,135,133. Создана модель радиационной обстановки у ГЦК ВВЭР-1200. Проведены расчёты безопасного расстояния от ГЦК, а также проведено исследование необходимой защиты персонала в зоне облучения от ГЦК ВВЭР-1200.

Список литературы

1. Перевезенцев В.В. Процессы переноса и накопление активности в технологическом контуре ядерной энергетической установки. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 36 с.
2. Егоров А.Ю. Основы радиационной безопасности атомных электростанций: учеб. пособие для вузов / под общ. ред. Н.А. Доллежаля. М.: Энергоиздат, 1982. 272 с.

СЕКЦИЯ «ПЛАЗМЕННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ЭЛЕКТРОРАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

УДК 621.455.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ХОЛЛОВСКОМ ДВИГАТЕЛЕ НА РЕАКТИВНЫХ ГАЗАХ

Куликова В.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
vvkulikova@bmstu.ru
Научный руководитель: Рязанов В.А.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Компьютерное моделирование работы любых устройств позволяет сделать их проектирование более гибким и менее затратным, что особенно важно в ходе проработки принципиально новых инженерных решений. В области электроракетных двигателей (ЭРД) на сегодняшний день особенный интерес представляет переход на альтернативные рабочие тела (РТ). Так, использование забортного воздуха на низких околоземных орбитах может исключить необходимость системы хранения РТ. Это требует оптимизации макропараметров такого ЭРД и понимания процессов в нем. В то же время созданию цифровой модели препятствует значительное количество как вычислительных, так и общефизических проблем. Например, динамика частиц с различной массой разрешается на разных временных масштабах, что требует больших вычислительных мощностей. Ввиду малой изученности некоторых процессов в двигателе с анодным слоем (ДАС), присутствуют также проблемы описания этих процессов. Отдельный вопрос представляет совмещение процессов в зоне ускорения и ионизации, а также наличие азимутальных волн, пристеночных слоев и аномалий в разряде.

В ходе данной работы было необходимо найти варианты решения представленных выше проблем и подтвердить справедливость выбранного подхода на модели холловского двигателя на реактивном РТ. В связи с этим, в расчете был реализован полностью кинетический подход на ограниченном временном промежутке. Среда *COMSOL Multiphysics* 6.1 была выбрана в качестве инструмента, помогающего оперативно и параллельно менять геометрию, сетку объекта моделирования, граничные и начальные условия.

Была построена трехмерная модель ДАС. Далее были проведены расчеты полей в модулях электростатики и магнитостатики, а также истечения из анода-газораспределителя в свободном молекулярном режиме. Полученные результаты были использованы в качестве входных данных для модуля трассировки заряженных частиц. При этом алгоритм строился на двустороннем сопряжении – перерасчете воздействия объемного заряда в модуле электростатики и итоговой итерации в модуле трассировки. Справедливость полученных картин полей и динамики частиц была предварительно подтверждена на ксеноне. Соответствие результатов расчета данным работы [1] позволило на следующем шаге осуществить переход на смесь реактивных газов.

Одной из схем реализации двигательной установки на забортном воздухе является схема, предполагающая воздухозаборник. Он осуществляет функции сбора, термализации и сжатия набегающего потока воздуха. В связи с этим, с учетом компонентного состава атмосферы на высотах 160 – 250 км, было принято, что смесь на входе в двигатель представлена молекулярными азотом и кислородом в пропорции 2:1 [2], соответственно.

Межчастичные столкновения моделировались методом Монте-Карло. В то же время в решателе модуля трассировки предусмотрена эмуляция нелинейного уравнения Больцмана. Это позволяет получить неравновесную функцию распределения электронов по энергиям, которая в большей степени соответствует реальной картине энергетических состояний заряженных частиц в разряде. В качестве начального условия предполагался запуск первичных электронов в канал с границы среза ЭРД, а электронов, компенсирующих объемный заряд, – с виртуальной границы

за срезом, соответствующей реальному положению катода-компенсатора. В предположении периодического характера плазменных колебаний, время симуляции до выхода в условный квазистационарный режим было принято равным 10^{-6} с. Это примерно соответствует времени, за которое происходят колебания первой моды.

Для понимания баланса потерь энергий частиц в моделируемой системе были рассчитаны частоты взаимодействий: возбуждений вращательных, колебательных степеней свободы, электронных уровней, упругого рассеяния электронов на молекулах, диссоциативного прилипания, ступенчатой и диссоциативной ионизаций, диссоциации, а также рекомбинации и резонансной перезарядки. Были получены распределения энергий электронов и ионов, компонентный состав плазмы в канале и в пучке.

В ходе расчета также учитывались механизмы, предположительно вызываемые неустойчивостями, – в частности, бомовская диффузия. Процесс был реализован через добавление виртуальных столкновений и наложения граничных условий, в зависимости от локализации данного процесса.

Были также вычислены макропараметры моделируемого двигателя – тяга в 20 мН при коэффициенте использования РТ – 0,75. Качественные картины распределений концентраций, а также значения выходных характеристик соответствовали данным статей [3] и усредненным экспериментальным данным для разряда на реактивной смеси при 300 В [2]. Однако необходимым шагом является проработка неустойчивостей в модели и дальнейшая экспериментальная проверка полученных результатов.

Список литературы

1. Szabo J. Full PIC/Monte-Carlo Simulation of a TALThruster: Thesis Summary // Bulletin of the American Physical Society. 2000. № 7 (45). P. 166.
2. Dukhopelnikov D.V. et al. Investigation of the laboratory model of a thruster with anode layer operating with air and nitrogen-oxygen mixture // AIP Conference Proceedings. 2021. № 1 (2318). DOI: 10.1063/5.0036251.
3. Taploo A. et al. Analysis of ionization in air-breathing plasma thruster // Phys. Plasmas. 2021. № 1 (28). DOI: 10.1063/5.0059896.

УДК 621.455.32

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОАКСИАЛЬНЫХ АБЛЯЦИОННЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Подлосинская А.П., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
apodlosinskaya@yandex.ru
Полевой Д.Е., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
polevoy@bmstu.ru
Научный руководитель: Телех В.Д., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Коаксиальный абляционный импульсный плазменный источник представляет собой систему коаксиальных электродов, между которыми расположен твердый диэлектрик. Принцип работы устройства основан на сильноточном импульсном разряде, в котором конфигурация собственных электромагнитных полей разряда ускоряет формируемую плазму. Вкладываемая в разряд энергия затрачивается на абляцию и ионизацию диэлектрика, ускорение и излучение.

Данные устройства могут использоваться для широкого спектра прикладных и научных задач. Магнитоплазменный компрессор (МПК) может применяться в качестве источника мощного излучения в видимой, ультрафиолетовой и вакуумной областях спектра, для

исследования свойств поверхности металлов. Абляционный импульсный плазменный ускоритель (АИПУ) сегодня рассматривается в качестве перспективного электроракетного двигателя для наноспутников.

Характеристики плазмы в данных устройствах зависят от параметров разряда [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Процессы плазмообразования связаны с разрядными характеристиками, поскольку абляция диэлектрика происходит под действием излучения из разряда [2]. Спектральная диагностика позволяет подобрать параметры установки для формирования плазменного потока с необходимыми характеристиками.

В данной работе исследовались два устройства, отличающихся между собой энергией разряда и размерами электродов, плазмообразующее вещество в обоих случаях – фторопласт-4:

1) Лабораторный образец коаксиального АИПУ с отношением диаметров электродов 13 мм/3 мм. Материал анода – медь, материал катода – вольфрам. Энергия, вкладываемая в разряд, варьировалась от 5,6 до 10 Дж. АИПУ располагался внутри вакуумной камеры;

2) Лабораторный образец МПК с соотношением диаметров электродов 10 мм/4 мм. Материал анода – сталь, катода – вольфрам. Энергия разряда от 200 до 312,5 Дж. МПК исследовался в воздухе при атмосферном давлении.

Регистрация излучения проводилась во фронтальном и боковом направлениях через кварцевое окно с использованием спектрометров Solar S100 (200–1100 нм, разрешение $\delta \sim 1$ нм) и Solar TII (200–380 нм, $\delta \sim 0{,}2$ нм) и набора узкополосных фотоприемников, работающих в ультрафиолетовом (УФ), видимом и ближнем ИК (БИК) диапазонах.

Излучение АИПУ носит в основном линейчатый и полосатый характер (~80% от общего энергетического выхода излучения) и является оптически прозрачной, что может быть связано с низким давлением среды и малой энергией разряда (масса плазмообразующего вещества мала). С увеличением энергии разряда и давления среды формируется более плотная плазма, имеющая преимущественно сплошной спектр излучения, что наблюдалось при исследовании МПК. В плазменном потоке присутствуют ионы C и C+ и газофазные молекулы C_2, также присутствуют спектральные линии продуктов эрозии электродов (W, W+, Cu, Cu+). Цветовая температура, определенная методом спектральной пирометрии, составляет ~ 9 000 К и достигается, в первый период тока разряда для обоих устройств. Далее происходит остывание и расширение плазменного потока. Определенная по полосам молекул C_2 температура составляет ~ 5 000 К. Данная молекула является показательной, а ее температура говорит о средней температуре продуктов плазменного разряда на поздних этапах.

Работа выполнена на уникальной научной установке (УНУ) «Пучок-М» МГТУ им. Н.Э. Баумана, при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по государственному заданию FSFN-2024-0007.

Список литературы

1. Протасов Ю.С., Протасов Ю.Ю., Телех В.Д., Щепенюк Т.С. Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Серия Б. Справочные приложения. Базы и банки данных. Сер. "Энциклопедическая серия". Москва: Янус, 2014. С. 388-440.

2. Antropov N.N. Development of Russian next-generation ablative pulsed plasma thrusters / N.N. Antropov, A.V. Bogatyy, V.N. Boykachev et.al // Procedia Engineering. 2017. № 185. pp. 53–60.

УДК 537.534.79

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ФОРМЫ АНОДА НА УГЛОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИОННОГО ТОКА В БЕССЕТОЧНЫХ ИОННЫХ ИСТОЧНИКАХ

Соколов В.Д., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
sokolovvd@bmstu.ru
Научный руководитель: Воробьев Е.В., к.т.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Бессеточные ионные источники (БИИ) находят широкое применение в технологии нанесения покрытий вакуумными методами. Устройства применяются для ионно-лучевого ассистирования и травления [1], а также окончательной очистки подложек перед нанесением покрытия. БИИ характеризуются большими токами разряда, низкими энергиями и широкими ионными пучками [2].

БИИ – это ионные источники холловского типа, предложенные Г. Кауфманом в 1987 году. Их отличительной особенностью является разрядная камера (РК) конической или близкой к конической форме, имеющая потенциал анода. Пространство РК пронизано расходящимся магнитным полем, параллельным стенке анода, как показано в [3]. В самой распространенной на данный момент схеме задняя стенка РК находится под отрицательным плавающим потенциалом и называется отражателем. Этот элемент предназначен для отражения электронов, «стекающих» вдоль силовых линий магнитного поля, обратно в РК.

Важной характеристикой БИИ является угол расходимости ионного пучка. В связи с этим актуальным является вопрос влияния формы анода и характеристик магнитного поля на его величину. Настоящая работа посвящена исследованию этого вопроса.

В рамках работы были исследованы БИИ с анодами четырех форм при трех конфигурациях магнитного поля. В качестве параметров, характеризующих магнитное поле, использовались величина индукции в центре отражателя B и угол между осью БИИ и линией, соединяющей центр отражателя с внешней кромкой магнитного полюса. Этот угол, в дальнейшем именуемый магнитным углом φ_M, вводится для приближенного описания геометрии силовых линий магнитного поля, вообще говоря, имеющего сложную форму. Анод характеризовался углом конуса φ_A. В случаях когда анод имел несколько последовательных конических поверхностей с разными углами, вычислялся средний угол:

$$\varphi_{\text{Aср}} = \frac{\sum_i \varphi_i l_i}{\sum_i l_i} \tag{1}$$

где φ_i – угол конуса i-го участка, °;
l_i – длина i-го участка, мм.

Угловые распределения ионного тока были получены с помощью зонда Фарадея с охранным кольцом, находящегося под потенциалом смещения -50 В. Зонд располагался на подвижном кронштейне на расстоянии 275 мм от БИИ. Угловые распределения измерялись поворотом кронштейна с шагом в 10° в пределах от 0° до 90°. При этом коллектор зонда постоянно был направлен к БИИ. Все измерения проводились на аргоне. После измерения распределение нормировались на среднеинтегральное значение измеренного зондового тока $I(\varphi)$.

Сравнение нормированных угловых распределений на разных токах и напряжениях разряда при одинаковых магнитном поле и конфигурации анода показало слабую зависимость формы пучка от разрядных параметров. Угол расходимости ψ определялся как угол, при котором нормированный ток зонда равнялся $I_{\text{норм}}(\psi) = 1$. Для оценки влияния геометрии магнитного поля и формы анода на угловое распределение вводились безразмерные величины, в дальнейшем называемые расходимостями:

$$\Delta_A = \frac{\psi}{\varphi_A} \quad (2)$$

$$\Delta_M = \frac{\psi}{\varphi_M} \quad (3)$$

Для уменьшения погрешности, вызванной влиянием разрядных параметров, расходимости усреднялись по нескольким режимам. Магнитный угол оказался заметно ближе по величине к полуширине пучка, чем угол конуса анода. Из этого можно сделать вывод, что форма пучка определяется в основном магнитной системой БИИ. Отклонения угла расходимости пучка от величины магнитного угла в пределах 10…15% объясняются грубостью описания поля. Форма анода и величина индукции магнитного поля не влияют на форму углового распределения.

Список литературы

1. Kahn J.R., Kaufman H.R. Low-Energy Ion-Beam Etching // Society of Vacuum Coaters. 49th Annual technical Conference Proceedings. Fort Collins: H.R. Kauffman, Kaufman & Robinson, Inc., 2005. pp. 354-358.
2. Kaufman H.R., Robinson R.S., Seddon R.I. End-Hall ion source // Journal of Vacuum Science & Technology A: Vacuum, Surfaces, and Films. 1987. V. 5. № 4. pp. 2081-2084.
3. Oudini N. et al. Physics and modeling of an end-Hall (gridless) ion source // Journal of Applied Physics. 2011. V. 109. № 7. DOI: 10.1063/1.3572053.

УДК 539.231

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НАНЕСЕНИЯ И ФОТОННОГО ОТЖИГА ТОНКИХ ПЛЕНОК ОКСИДА ИНДИЯ-ОЛОВА

Сорокин И.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
ilyasor2001@yandex.ru
Научный руководитель: Володин Л.Ю., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В связи с быстрым развитием гибкой электроники широкий интерес вызывает получение покрытий оксида индия-олова (ITO) на полимерных подложках, в частности, на пленках полиэтилентерефталата (ПЭТ). Однако сложность состоит в том, что для таких материалов недопустимы традиционные температурные режимы нанесения и отжига ITO. Альтернативный путь включает в себя получение тонких пленок при комнатной температуре, в частности, при помощи метода магнетронного распыления с их последующим импульсным фотонным отжигом (ИФО), позволяющим нагреть лишь поверхностный слой ITO, сохраняя подложку относительно холодной.

В качестве ключевых параметров тонких пленок ITO были выбраны удельное сопротивление ρ, а также коэффициент поглощения излучения на длине волны 550 нм α_{550}. Оптические свойства (отражение и пропускание) исследовались при помощи спектрофотометра *Agilent Cary* 5000 с внешней приставкой диффузного отражения (*Agilent Technologies*, США, Санта-Клара). Толщины пленок d определялись по спектрам отражения путем их сопоставления с моделированием в пакете *TFCalc*. Обе полученные спектральные характеристики использовались для расчета спектрального коэффициента поглощения по методике, описанной в [1]. Значение ρ рассчитывалось при помощи умножения d на поверхностное сопротивление. Последний параметр определялся четырехзондовым измерителем *JS ST*2253 с головкой *ST*2558*B-F*01 (*Jingge Electronics Co*., Китай, Сучжоу).

Тонкие пленки ITO наносились при комнатной температуре на ПЭТ-подложки при помощи импульсного магнетронного распыления из керамической мишени In_2O_3:SnO_2 (90:10 по массе). С целью изучения влияния потока кислорода Q_{O2} получены покрытия при различных его значениях (0…5,2 ст. см^3/мин) и постоянстве прочих параметров нанесения.

Результатом исследования выступали зависимости ρ и α_{550} от Q_{O2}. Установлено, что α_{550} монотонно уменьшался от 19,3·10^3 см$^{-1}$ при нулевом потоке до 714 см$^{-1}$ при потоке 5,2 ст. см^3/мин, что связано с образованием все более стехиометричной структуры. Зависимость ρ имела форму “колодца”. Она условно может быть разделена на три области: первая область характеризуется недостатком кислорода, а третья – его переизбытком. В обоих случаях были получены высокие значения ρ (до 10,4 мОм·см и до 67,0 мОм·см, соответственно). Вторая область представляет собой баланс между числом дефектов структуры (главным образом кислородных вакансий), являющихся донорами электронов, и рассеянием носителей заряда. Кроме того, с ростом Q_{O2} вероятен переход от аморфной к поликристаллической структуре [2], что также положительно сказывается на ρ в сравнении с первой областью. Таким образом, в данных условиях минимально возможное сопротивление при удовлетворительном пропускании (ρ = 2,32 мОм·см и α_{550} = 4,36·10^3 см$^{-1}$) было получено при Q_{O2} порядка 3,5 ст.см^3/мин.

ИФО осуществлялся при помощи импульсной ксеноновой лампы ИФК-2000 с отражателем. Режимы изменялись посредством варьирования энергии, запасаемой в конденсаторах, W_0 в диапазоне 433…1955 Дж. Длительность импульса составляла порядка 1,5 мс.

В данной работе эффект был получен для пленки со средними значениями характеристик: d = 107 нм, ρ = 2,33 мОм·см, α_{550} = 3,44·10^3 см$^{-1}$. Результатом исследования выступала зависимость отношения начального удельного сопротивления к конечному ρ_0/ρ_E при воздействии единичных импульсов. Установлено, что с ростом W_0 сопротивление пленки сначала уменьшалось, достигая минимума, соответствовавшего снижению в 1,09 раз при 819 Дж, что связано с ее кристаллизацией. Затем наблюдалось уменьшение проводимости, сменяемое ее резким падением до ρ_0/ρ_E = 0,103 при 974 Дж. Увеличение ρ может быть объяснено как излишним окислением вакансий, так и образованием микротрещин в структуре покрытия ввиду различия коэффициентов термического расширения ITO и ПЭТ [3]. Область резкого падения также сопровождалась и образованием легко различимых глазом макротрещин. Стоит отметить, что облучение двумя последовательными импульсами с энергиями 819 Дж и 879 Дж (данное значение приводило к росту ρ при единичном импульсе) позволило увеличить проводимость в 1,14 раз. Однако объяснение этого эффекта требует дальнейших исследований.

Таким образом, исследованы оптические и электрические свойства пленок ITO на ПЭТ-подложках при различных параметрах нанесения. Показано, что существует минимум удельного сопротивления, достигаемый при потоке натекания кислорода порядка 3,5 ст.см^3/мин. Установлено, что использование импульсного фотонного отжига позволяет добиться повышения проводимости на 9…14 %.

Список литературы

1. Cesaria M., Caricato A. P., Martino M. Realistic absorption coefficient of ultrathin films // Journal of Optics. 2012. V. 14. № 10. DOI: 10.1088/2040-8978/14/10/105701.
2. Txintxurreta J. et al. Indium tin oxide thin film deposition by magnetron sputtering at room temperature for the manufacturing of efficient transparent heaters // Coatings. 2021. V. 11. № 1. DOI: https://doi.org/10.3390/coatings11010092.
3. Kim Y. et al. Flash lamp annealing of indium tin oxide thin-films deposited on polyimide backplanes // Thin Solid Films. 2017. V. 628. pp. 88-95.

УДК 531.788.73

ЗАВИСИМОСТЬ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ ИНВЕРСНО-МАГНЕТРОННОГО ДАТЧИКА ОТ КОНФИГУРАЦИИ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ

Сумаренко А.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
sumarenko@bmstu.ru
Научный руководитель: Рязанов В.А., ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

В области высокого вакуума для измерения давления в основном применяют ионизационные вакуумметры. Для работы ионизационного вакуумметра в газоразрядной области зажигается разряд. Ионы разряда образуют ионный ток, по величине которого и судят о давлении газа в газоразрядной области. Ионизационные вакуумметры делятся на вакуумметры с горячим и холодным катодом. Ввиду большей надёжности вакуумметры с холодным катодом, к которым относится в том числе инверсно-магнетронный вакуумметр, применяются чаще.

Среди всех предложений на рынке только два вакуумметра производятся российскими компаниями: ПММ-32-1 и ВМ-Ц01. ПММ-32-1 – это советский датчик, который на данный момент технически устарел и имеет большую относительно аналогов погрешность измерения давления (до 90 % [1]). ВМ-Ц01 – датчик компании «ЛВТ+», имеет меньший диапазон измеряемых давлений (до 10^{-4} Па [2]) и меньшую точность измерений (погрешность измерений до 70 %). Аналогичные датчики способны измерять давление вплоть до 10^{-7} Па с погрешностью не более 30 – 40 %. Работа выполнялась с целью подбора оптимальной магнитной системы для аналога инверсно-магнетронного датчика.

Основной рабочей характеристикой датчика является градуировочная характеристика. Градуировочная характеристика – это зависимость тока разряда от давления в газоразрядной области. У большинства датчиков градуировочная характеристика линейна. Для линейности градуировочной характеристики необходимо, чтобы индукция магнитного поля в газоразрядной области составляла не менее 0,1 Тл [3].

Для исследований использовался макет датчика инверсно-магнетронного вакуумметра, конструктивно выполненный из двух блоков – газоразрядной области и ввода напряжения. Газовый разряд создавался при помощи электрической и магнитной системы. Электрическая система – коаксиальная с внутренним анодом. Катод был заземлён, на анод подавалось напряжение от 500 В до 3,0 кВ относительно катода. Магнитная система состояла из неодимовых магнитов марки N38, магнитопровода и шунтирующего катода, выполненных из стали-10 ГОСТ 1050-2013. Для создания разной магнитной конфигурации применялись шунтирующие катоды разной толщины. Чем больше толщина шунтирующего катода, тем меньше индукция магнитного поля. Было разработано три катода – толщиной 1, 2 и 3 мм – которые создавали в газоразрядной области магнитное поле с индукцией B = 153 мТл, B = 98 мТл и B = 67 мТл соответственно. Блок ввода напряжения обеспечивал герметичность камеры и отсутствие пробоя между катодом и анодом. Датчик присоединялся к камере при помощи фланца KF-40.

Испытания проводились в цилиндрической вакуумной камере диаметром 700 мм и высотой 700 мм. Давление измерялось при помощи термопарного вакуумметра ПМТ-2 и вакуумметра с горячим катодом ПМИ-2. В качестве рабочего газа использовался аргон.

Для подачи напряжения использовался источник питания ИВЭ-345. В цепи анода устанавливалось балластное сопротивление 6,85 кОм для ограничения сверху максимального тока 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 разряда использовался микроамперметр с возможностью переключения диапазона измерений тока.

Полученные вольт-амперные характеристики (ВАХ) инверсно-магнетронного разряда – возрастающие, при увеличении давления или магнитного поля аналогичные токи разряда

достигаются при меньших напряжениях, то есть ВАХ сдвигается «влево». ВАХ в целом близка к линейной. Наибольшие отклонения от линейности наблюдались при повышенных давлениях, при аналогичных условиях наблюдались колебания тока разряда и, как следствие, интенсивности свечения разряда. Эффект можно связать с явлением аргонной нестабильности: при работе датчика часть ионов аргона распыляет катод, другая часть – замуровывает остаточный газ и материал катода. Из-за периодичности процессов давление в разряде непостоянно, а колеблется, и вместе с ним колеблется и ток разряда.

По полученным данным также были построены градуировочные характеристики. Наиболее близкой к линейной получилась характеристика, построенная при $B = 98$ мТл, погрешность аппроксимации при напряжении 1 кВ составляет 30 %. Характеристика, полученная при $B = 67$ мТл, далека от линейной и лучше всего аппроксимировалась кубической функцией с погрешностью 68 %. Отдельно стоит отметить, что для построения градуировочных характеристик нужно проводить дополнительные исследования. Уже полученные данные показывают, что оптимальной является магнитная конфигурация, создающая в газоразрядной области магнитное поле индукцией порядка 0,1 Тл, но не более.

Список литературы

1. Преобразователь манометрический ПММ-32-1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 1981 г. URL: https://eandc.ru/pdf/ustanovochnye-izdeliya/pmm_32_1.pdf (дата обращения 23.03.2024)
2. 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.
3. Розанов Л.Н. Вакуумная техника: учебник для вузов, 3-е издание, перераб. и доп. М.: Высшая школа, 2007. 391 с.

УДК 67.05

МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРОФИЛЯ ВЫРАБОТКИ КАТОДА ДУГОВОГО ИСПАРИТЕЛЯ С РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ УПРАВЛЕНИЯ КАТОДНОЙ ПРИВЯЗКОЙ

Шимлых П.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
shpa18ea375@student.bmstu.ru
Научный руководитель: Рязанов В.А. ст. преподаватель
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
Научный консультант: Кириллов Д.В., к.т.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Нанесение покрытий вакуумно-дуговыми испарителями играет важную роль во многих современных производственных процессах: от повышения ресурса изделия нанесением особо прочных покрытий до производства микроэлектроники и нанесения оптических слоев. Одним из способов улучшения этой технологии является увеличение коэффициента использования материла (КИМ). Для этого с помощью магнитного поля можно управлять движением катодного пятна (КП). На сегодняшний день существует две системы с арочным магнитным полем: со сканирующим арочным магнитным полем (САМП) и с вращающимся арочным магнитным полем (ВАМП). Работа посвящена построению *алгоритма расчета* профиля эрозии катода вакуумно-дугового испарителя (ВДИ) и его *экспериментальной проверке*. Эрозия катода вакуумно-дугового испарителя определяется процессами, происходящими на нем: горением КП и его движением по поверхности катода [1]. Управление движением КП может осуществляться благодаря его взаимодействию с внешним магнитном полем, эффекту Штарка («обратного» движения КП) и стремлением КП находится под центром арки магнитных силовых линий. В

системе со САМП создается такая конфигурация магнитного поля, что КП двигается по окружности. Последовательным изменением радиуса можно добиться по катоду равномерного времени нахождения КП в среднем по катоду, а значит и равномерной эрозии [2]. В системе с ВАМП КП движется по определенному контуру, задаваемому магнитной системой, при этом магнитная система вращается концентрично оси катода.

Как показано в [1] профиль выработки ВДИ в арочном магнитном поле можно аппроксимировать функцией распределения Гаусса, которая характеризует вероятность нахождения КП в области арки магнитного поля. Для системы с САМП итоговый профиль выработки будет суммой профилей кольцевых впадин с различным радиусом R. Эти рассуждения были скомпилированы в один алгоритм, позволяющий подобрать оптимальные параметры изменения тока в катушках магнитного поля для наилучшей выработки. Так, регулируя время нахождения КП на различных радиусах τ, можно подобрать профиль $H(r)$ с максимальной равномерностью профиля выработки. Параметры кольцевых впадин, такие как ширина W, глубина h_0 и радиус зависят от тока в катушках магнитной системы, которые задают топологию и величину магнитного поля. Итогом такого алгоритма стала функция, характеризующая изменения тока в управляющей катушке магнитной системе во времени. Трудность для расчета так же представляет центральная область катода, в которой не существует арочного магнитного поля. Верификация данного расчета проводилась на установке вакуумно-дугового нанесения покрытий УВН-70А с помощью дугового испарителя ТДИ-120М с диаметром катода 120 мм. Магнитное поле арочной конфигурации переменного радиуса создавалось при помощи двух магнитных катушек и изменения соотношения и величины токов в них. Все эксперименты проводились при одинаковом остаточном давлении $5\cdot10^{-5}$ Торр, рабочем давлении $3{,}4\cdot10^{-4}$ Торр и расходе аргона, подаваемого в камеру, 50 sccm, рабочий ток ВДИ составлял 140 А. В ходе эксперимента в течение 40 минут на алюминиевом (Д16) катоде при данной функции сканировании горел вакуумно-дуговой разряд. При расчетным КИМ в 80 % КИМ катода, участвовавшего в эксперименте, экстраполируемый до конца катода, составляет 36 %.

Форма траектории КП в виде эксцентричной окружности является не оптимальной. Однако это можно улучшить при использовании сложной траектории. В рамках алгоритма исходя из гауссовой формы профиля эрозии и предполагаемой траектории КП, было задано скалярное поле, эквивалентное глубине эрозии катода для данной траектории КП без вращения. Затем по этому полю производилось интегрирование по окружности радиуса R. Значение этого интеграла для каждого радиуса R представляет собой эрозию катода с вращающимся арочным магнитным полем в относительных единицах. В данном расчете не учитывается форма арки магнитного поля и возможная неоднородность магнитного поля вдоль траектории. Таким образом, при использовании данного расчета были получены профили эрозии для различных траекторий КП, а именно: окружность и кардиоидообразная траектория. Для траектории в виде окружности время работы ВДИ составляло 2 часа на алюминиевом катоде (Д16). КИМ для данной конфигурации составил 39 %. Эксперимент ВАМС с оптимизированной кардиоидообразной траекторией происходил в течении 14 часов на катоде из стали (12Х18Н10Т). Прогнозируемый КИМ при сохранении текущей тенденции составил 65 %, в то время как расчетный КИМ составил 67 %.

Итогом работы является два алгоритма расчета профиля выработки катода ВДИ с динамическим арочным магнитным полем: со САМП и с ВАМП, а также экспериментальная проверка этих алгоритмов. Было показано, что реальная эффективность системы с ВАМП для данного дугового испарителя выше (КИМ 65 %), чем системы со САМП (КИМ 36 %) [3].

Список литературы

1. Духопельников Д.В., Кириллов Д.В., Рязанов В.А. Исследование профиля выработки катода дугового испарителя с арочным магнитным полем // Машиностроение и компьютерные технологии. 2012. № 11. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-profilya-vyrabotki-katoda-dugovogo-isparitelya-s-arochnym-magnitnym-polem (Дата обращения: 11.06.2024).

2. Андреев А.А. Вакуумно-дуговые покрытия / А.А. Андреев, Л.П. Саблев, С.Н. Григорьев. Харьков: ННЦ ХФТИ, 2010. 318 с.
3. Наткина О.С. Профиль выработки катода торцевого вакуумно-дугового испарителя с вращающимся арочным магнитным полем // Молодежный научно-технический вестник. 2014. № 11. С. 19-19.

СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

УДК 544.723.2

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ИЗОТЕРМ АДСОРБЦИИ КАК СПОСОБ ОПИСАНИЯ АДСОРБЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Калистратова А.А. студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
kalistratova.alinka@mail.ru
Научный руководитель: Навасардян Е.С, д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Основной характеристикой процесса адсорбции является адсорбционная способность *A* ($м^3$/кг или моль/г) [1]. Она показывает, какой объём примесей может захватить данная масса сорбента. Адсорбционная способность зависит от следующих показателей: типа и количества поглощаемого вещества (адсорбата), типа и структуры поглотителя (адсорбента), давления и температуры окружающей среды.

Чаще всего для описания адсорбционной способности используются *изотермы адсорбции*. Их форма обуславливается механизмом адсорбции и характером взаимодействия молекул поглощающего и поглощаемого веществ. Каждой паре веществ «адсорбат-адсорбент» соответствует своя модель протекания адсорбционных процессов и, соответственно, своя изотерма адсорбции. Изотермы адсорбции получают экспериментально для различных адсорбентов и адсорбатов и, исходя из формы полученного графика, делают вывод об уравнениях, описывающих тот или иной случай адсорбционного взаимодействия.

Для моделирования адсорбционных процессов при проектировании и разработке различных аппаратов и устройств полученная изотерма адсорбции должна быть представлена в виде математической зависимости, которую сможет обработать то или иное программное обеспечение. Таким образом, после проведения эксперимента необходимо определить, по какому механизму протекает процесс адсорбции, выбрать модель адсорбции, которая наиболее точно отражает экспериментальные данные, и составить уравнение изотермы адсорбции.

Одной из программных сред, позволяющих моделировать адсорбционные процессы, является программа Aspen Adsorption. Она позволяет выбрать для расчета следующие адсорбционные модели: Langmuir; Extended Langmuir; Freundlich; Langmuir-Freundlich; Extended Langmuir-Freundlich; Dual-site Langmuir; Stoichiometric Equilibrium.

Каждой адсорбционной модели соответствует изотерма адсорбции, отражающая зависимость концентрации i-го адсорбата в адсорбирующем материале w_i, кмоль/кг, от его концентрации в несущей среде c_i, г/$м^3$ при заданной температуре *T*. Так, изотерма адсорбции для модели Stoichiometric Equilibrium выглядит следующим образом [2]:

$$w_i = \frac{IP_{1i} \cdot IP_{2i} \cdot \exp(\frac{IP_{3i}}{T}) \cdot c_i}{\sum_{k=1}^{nc} IP_{2k} \cdot \exp(\frac{IP_{3k}}{T}) \cdot c_k}$$

Изотерма адсорбции представляет численный ряд с определёнными коэффициентами $IP_{j,i}$. Конфигурация графика, построенного на основании данного ряда, зависит от их значения. Данные коэффициенты являются регрессионными, то есть их значения определяются подбором с помощью различных программных обеспечений на основании результатов, полученных экспериментальными методами. Помимо того, что коэффициенты различаются в зависимости от типа изотермы адсорбции, они соответствуют каждому набору рассматриваемых веществ.

Для моделирования адсорбционных процессов в программе Aspen Adsorption необходимо определить модель адсорбции, описывающую конкретный процесс, а также найти регрессионные коэффициенты $IP_{j,i}$. Их значения предлагается определять с помощью программы MathCad 15 на

основании известной изотермы адсорбции, полученной экспериментальными методами, и уточнять в пакете программ, написанных автором в программном комплексе PascalABC. Выбор модели, наиболее точно отражающей конкретный адсорбционный процесс, основывается на значении среднего квадратичного отклонения для каждой из изотерм адсорбции относительно экспериментального графика.

Для оценки точности вышеуказанного способа нахождения регрессионных коэффициентов предлагается сравнить результаты математического эксперимента в программе Aspen Adsorption с результатами расчета по методике Серпионовой Е.Н. [3].

По предложенной методике были подобраны регрессионные коэффициенты для пары веществ «этиловый спирт – активированный уголь». В качестве адсорбционной модели была выбрана модель Stoichiometric Equilibrium.

В результате расчета в программе Aspen Adsorption при заданных расходе газа и габаритах адсорбционной колонки время эксперимента составило 2 часа 40 минут. Время, рассчитанное по методике Серпионовой Е.Н. [3] при сходных условиях, составило 4 часа. Таким образом, относительная погрешность эксперимента составила 50%. Последующие эксперименты при других значениях расхода и габаритных размерах колонки подтвердили полученный результат.

Список литературы

1. Экспериментальные методы в адсорбции и молекулярной хроматографии / ред. А.В. Кисилева, В.П. Древинга. М.: Издательство Московского университета, 1973. 449 с.
2. Kottititum B., Srinophakun T., Phongsai N., Phung Q.T. Optimization of a Six-Step Pressure Swing Adsorption Process for Biogas Separation on a Commercial Scale // Applied Sciences. 2020. № 4. pp. 50-68.
3. Серпионова Е.Н. Промышленная адсорбция газов и паров / 2-е изд., перераб. и доп. Москва: «Высшая школа», 1969. 416 с.

УДК 628.54

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОДОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ЭЖЕКЦИОННОГО ФЛОТАТОРА

Карпикова В.О., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
karpikova01@mail.ru
Научный руководитель: Антонова Е.С., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Флотация – метод очистки сточных вод от гидрофобных загрязнений, имеющих способность прилипать к частицам воздуха, образуя флотокомплексы, и всплывать вместе с ними в пенный слой. Флотация классифицируется в зависимости от способа насыщения воды пузырьками воздуха. Наиболее распространенные типы: механическая (пузырьки воздуха достигают размеров 700-1500 мкм), пневматическая (1000-5000 мкм), напорная (30-70 мкм и электрофлотация (20-40 мкм). Размер пузырьков оказывает существенное влияние на эффективность флотации. Напорная и электрофлотация позволяют получить пузырьки наиболее эффективных размеров, однако являются довольно энергозатратными [1]. В качестве альтернативы предлагается использование эжекционной флотационной установки, включающей в себя аэратор и диспергатор для получения мелкодисперсных пузырьков. Это простой, относительно недорогой способ, позволяющий отказаться от дополнительных устройств, таких как компрессор.

Повышение эффективности аэрации возможно путем изменения конструкции эжектора. Например, использование сопла кольцевого сечения вместо круглого приводит к лучшим

результатам. Изменение конструкции может позволять более эффективное распределение пузырьков по камере аэрации [2, 3].

Направленные на поиск наилучшего режима работы эжекционного флотатора экспериментальные исследования на лабораторной установке позволили определить размеры формирующихся пузырьков воздуха и интенсивности аэрации для трех аэраторов: круглого сечения с диаметром 6 мм, круглого сечения с диаметром 4 мм и кольцевого сечения с внутренним диаметром 4 мм и наружным 6 мм. Исследования направлены на установление влияния скорости истечения из сопла аэратора на параметры водовоздушной смеси. Опыты проведены с использованием диспергатора и без. Измерения проводились непосредственно над выходом водовоздушной смеси и в камере всплытия.

При статистической обработке данных были получены функции распределения пузырьков по размерам в шести случаях. При использовании сопла с диаметром 6 мм (скорость истечения 7,4 м/с) образуются довольно крупные пузырьки (более 50 % с размерами свыше 1 мм), в виде которых выделялось более 90 % воздуха. Использование диспергатора позволило уменьшить размеры получаемых пузырьков до десятков микрометров, но крупные пузырьки все равно присутствовали (200-400 мкм). При сопле с диаметром 4 мм (скорость истечения 16,6 м/с) генерировались очень мелкие пузырьки (15-55 мкм), но при этом существенно снизилась степени эжекции и, как следствие, интенсивность аэрации. Крупнодисперсных пузырьков не наблюдалось. Аэратор кольцевого сечения со скоростью истечения 13 м/с показал наилучший результат: были сформированы мелкодисперсные воздушные пузырьки (75-115 мкм), равномерно распределенные по камере аэрации. Интенсивность аэрации также достигла высокого значения. Этот режим работы выбран как наиболее эффективный.

Список литературы

1. Антонова Е.С. Интенсификация процесса очистки сточных вод пищевого комбината с использованием флотационной машины с эжекционной системой аэрации с диспергатором // Научные труды КубГТУ. 2017. № 7. С. 63-70.
2. Ледян Ю.П., Селивончик В.В., Щербакова М.К. Применение струйной аэрации для повышения эффективности очистки воды в системе оборотного водоснабжения литейного цеха // Литьё и металлургия. 2008. № 4 (49). С. 161-164.
3. Zavodyanoy I.I., Kapitonova S.N., Ksenofontov B.S. Using an ejection system for supplying water and reagent in combined flotation apparatus // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ekaterinburg. 2020. V. 864. DOI:10.1088/1755-1315/864/1/012059.

УДК 502/504

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НЕПОДВИЖНОГО ПОРИСТОГО СЛОЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО АДСОРБЦИОННОГО АППАРАТА

Корнукова Е.А., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
kornukova2002@mail.ru
Научный руководитель: Навасардян Е.С., д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Адсорбционные методы очистки применяются для эффективной фильтрации выбросов на промышленных предприятиях. Высота адсорбционного слоя может быть различной и составлять от десятков сантиметров до десятков метров. Производительность и энергопотребление аппарата напрямую связаны с падением давления за счет образования таких слоев [1]. Обзор научной литературы показал, что единой методики для оценки гидравлического сопротивления в зернистых слоях нет вследствие зависимости данного параметра от множества факторов, таких

как характеристики среды, зернистого слоя и геометрические размеры гранул сорбента. При этом многие исследователи подтвердили, что падение давления ΔP через слои, заполненные сферическими частицами, можно с приемлемой точностью оценивать с помощью уравнения Эргуна. Уравнение Эргуна выведено для сферической частицы, как наиболее простой геометрической формы [2].

Стоимость производства цилиндрических частиц ниже чем сферических, и в результате на этот вид приходится 2/3 от общего количества твердых сорбентов [3]. Среди отечественных активированных углей цилиндрическую форму гранул имеют следующие марки: АГ, АР, СКТ, СКД и др. Для оценки гидравлического сопротивления слоев несферических частиц общепринятыми подходами являются модификация констант Эргуна и введение различных эффективных диаметров на основе экспериментальных данных. Константы Эргуна для различных цилиндрических структур различаются, поэтому необходимо создать отдельную модель прогнозирования, которая напрямую учитывает диаметр цилиндра и его длину при расчете.

Современные зарубежные публикации посвящены поиску корреляций, с помощью которых можно оценивать гидравлическое сопротивление слоев, состоящих из цилиндрических частиц. Так, например, новая корреляция для определения падения давления в зернистых слоях была предложена учеными из Шанхая при моделировании течения воздушного потока через случайно упакованные цилиндрические частицы [3]. Модифицированный критерий Рейнольдса $\mathrm{Re}_{\text{кр}}$ вводится для ограничения режимов течения. Когда $\mathrm{Re}_{\text{кр}} \geq 8$, состояние воздушного потока внутри зернистого слоя является турбулентным. Модель прогнозирования гидравлического сопротивления слоя при турбулентном течении имеет следующий вид:

$$\Delta P = \frac{H*29{,}49*(1+0{,}42*AR)*M*\mu*\omega_0}{d_c^{2,29}*AR} * \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3} + \frac{3{,}43*\varphi^{2,8}}{d_c^{1,17}} * \frac{M^2*\rho*\omega_0^2*H*(1-\varepsilon)*\left(\frac{0{,}59}{\varphi^{1,08}}-\varepsilon\right)}{\varepsilon^3}, \qquad (1)$$

где d_c – диаметр цилиндрической частицы, AR – отношение длины частицы к ее диаметру, φ – фактор формы частицы, M – поправочный коэффициент, учитывающий влияние стенки аппарата.

Проектирование адсорбционных аппаратов ведется с учетом уменьшения гидравлического сопротивления для повышения производительности. В работе рассмотрено влияние геометрических размеров гранулы d_c и AR на гидравлическое сопротивление аппарата при различных скоростях фильтрации с учетом зависимости (1) и классических отечественных зависимостей. По результатам работы сделаны выводы о необходимости увеличения диаметра и длины цилиндрической гранулы, чтобы снизить гидравлическое сопротивление аппарата.

Важно отметить, что новая модель [3] является перспективной, так как она адаптирована для цилиндрических частиц, а также имеет ограничения в области применения, что в свою очередь повышает точность расчетов при ее использовании. Отклонение результатов прогнозирования модели в основном находится в пределах 10%.

Список литературы

1. Кулик В.В., Навасардян Е.С. Определение гидравлических потерь в пористых структурах методом численного моделирования. // Холодильная и криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения: материалы Третьей международной научно-практической конференции (Москва, 19–20 ноября 2019 года). Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет). 2020. № 1. С. 101-102.
2. Zhang C., Gao J., Zeng L., Xia Y., Xie W., Ye W. Experimental analysis of the resistance of packed beds based on the morphology of cylinder // Powder Technology. 2020. V. 369. pp. 238-247.
3. Zhang C., Xia Y., Gao J., Xu Y., Xie W., Yu Y., Zeng L., Gao Y. A novel model of pressure drop for airflow penetrating randomly packed cylindrical particles // Powder Technology. 2022. V. 408. DOI: 10.1016/j.powtec.2022.117727.

УДК 330.15

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЦИОННОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА ВОДОРОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Петрова А.И., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
petosya88@mail.ru
Научный руководитель: Синев И.О., ассистент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Данная работа посвящена разработке программного комплекса – интеграционной платформы для оценки углеродного следа водородных технологий с использованием методик и Приказов министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Рассматривается важность оценки углеродного следа водородных технологий с точки зрения сокращения выбросов парниковых газов в окружающую среду. Для реализации разрабатываемой платформы исследованы различные процессы производства водорода, каждый из которых имеет свой "цвет" в зависимости от используемого источника энергии [1]. Показаны примеры расчёта углеродного следа от установки производства водорода методом паровой конверсии, электролиза и от транспортировки и хранения водорода.

Главная идея работы заключается в необходимости обеспечения экологической устойчивости и эффективного управления выбросами углерода в производстве водородных технологий. Подчеркивается важность использования специализированных инструментов для оценки и контроля уровня углеродного следа с целью содействия экологической составляющей и устойчивого развития промышленности.

В работе, с использованием разработанного программного комплекса, был выполнен расчет углеродного следа от производства водорода методом паровой конверсии природного газа, от электролизной установки и при хранении и транспортировке водорода. Первым шагом в разработке платформы являлся учет различных методов производства электроэнергии, которые могут быть использованы при создании водорода. Например: солнечные батареи, ветряные электростанции, тепловые электростанции, работающие на угле и газу, гидроэлектростанции, геотермальные электростанции, дизельные установки. Солнечные батареи и ветряные турбины являются чистыми источниками энергии, не производящими выбросы диоксида углерода, в то время как остальные установки имеют небольшой углеродный след, но могут вызвать нарушения в экосистеме. Вторым важным аспектом для оценки углеродного следа водородных технологий являлся состав используемого сырья. Водород может быть произведен из разных источников, таких как природный газ, вода и т.д. [2]. Например, производство водорода из природного газа может привести к выбросу диоксида углерода при добыче и транспортировке газа, в то время как использование воды может быть более экологичным вариантом, но требующим больших затрат на производство.

Интеграционная платформа способна выполнить гибкий расчет углеродного следа от всех основных способов производства, хранения и транспортировки водорода. Пользователи могут сами рассчитывать более подходящий для своих потребностей метод производства водорода и энергетический микс. Главной особенностью данной платформы является учет углеродного следа не только от прямых выбросов, источником которых является печь паровой конверсии, но и косвенных выбросов. Рассчитываются жизненные циклы подводимых продуктов и вносятся коррективы в основной расчет.

Список литературы

1. Ишалин А.В., Файзуллина Г.И., Марьин Г.Е. Перспективные направления получения водорода // Тинчуринские чтения - 2021 «Энергетика и цифровая трансформация»: сборник материалов Международной молодежной научной конференции (Казань, 24–26 апреля 2024 года): в 3-х томах. / под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. Казань, 2021. С. 182-185.

2. Петин С.Н. Утилизация конвертерных газов с целью получения водорода // Вестник Московского энергетического института. 2018. № 1. С. 29-33.

УДК 546.59/622.7.016.002.68

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ЭНЕРГЕТИКИ

Смирнова М.М., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
smirnova_2404@mail.ru
Научный руководитель: Козодаев А.С., д.т.н.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Одним из основных источников образования твердых отходов в секторе топливно-энергетического комплекса являются каменные и бурые угли, которые в основном используются на тепловых электростанциях (ТЭС). На сегодняшний день в РФ существует 350 станций, работающих на твердом топливе. Из них около 145 – это крупные станции с объемом золообразования свыше 100 тыс. т. золы в год.

Образовавшиеся золошлаковые отходы (ЗШО) неблагоприятны для окружающей среды из-за токсичных веществ и тяжелых металлов, входящих в их состав. Ежегодный выход ЗШО ТЭЦ в России превышает 30 млн. т., и почти все они хранятся на золоотвалах. И самая большая проблема ЗШО – большие площади для их размещения, которые уже составляют свыше 22 тыс. га и ежегодно прирастают на 100 га. Сейчас резервы золоотвалов на многих ТЭЦ практически исчерпаны [1].

Золошлаковые отходы ТЭС часто содержат редкие металлы (РМ) или редкоземельные металлы (РЗМ), которые могут иметь высокую экономическую ценность. Золошлаки – сырье для получения ценных компонентов. В связи со сложившейся мировой конъюнктурой рынка редких и редкоземельных металлов поиск новых эффективных и экологически безопасных технологий извлечения ценных компонентов из золошлаков может стать стимулом для утилизации данных отходов. РЗМ и РМ, такие как Sc (скандий), Nb (ниобий), V (ванадий), Zr (цирконий), Y (иттрий) и Au (золото) и другие, обладают рядом полезных свойств и широким спектром применений в различных отраслях. Например, среднее содержание скандия в золе – 50 г/т, лантана – 750 г/т, иттрия – 75 г/т.

Химический состав зол различных ТЭЦ может значительно отличаться, соответственно, содержание РЗМ в них также варьируется, это зависит от месторождения, на котором добываются угли, режима сжигания на ТЭЦ и длительности нахождения золы на золоотвале. В соответствии с этим, можно сделать вывод, что есть золы, более и менее пригодные для извлечения отдельных видов РЗМ.

Комплексная утилизация золошлаковых отходов позволяет сократить количество отходов, снизить негативное влияние на окружающую среду и получить полезные продукты.

На первом этапе предлагается извлечь РЗМ из ЗШО с помощью процессов бактериально-химического выщелачивания. Для дальнейшей комплексной утилизации обедненных золошлаков предлагается получить цементный клинкер. Цементный клинкер имеет определенный минералогический состав, поэтому технология, помимо приведения химического состава золошлаков в соответствие с составом клинкера, должна включать процесс получения четырех основных минералов клинкера в правильном соотношении – алита, белита, целита и трехкальциевого алюмината [2].

Такая двухэтапная технологическая схема позволяет получить из золошлаковых отходов ценные редкоземельные металлы, а обедненный остаток использовать в качестве сырья для получения цементного клинкера.

Таким образом, утилизация золошлаковых отходов в настоящее время является неотъемлемой частью экологической стратегии. Она не только способствует снижению

негативного воздействия на окружающую среду, но и открывает новые возможности для использования золошлаков в различных отраслях промышленности. Дальнейшие исследования и разработки в этой области будут способствовать улучшению технологий утилизации и повышению эффективности использования золошлаковых отходов, принося пользу и экономии ресурсов. Реализация мер по утилизации золошлаковых отходов значительно снизит негативное влияние промышленных процессов на окружающую среду, способствуя устойчивому развитию и созданию более здоровой и безопасной среды обитания для нас и будущих поколений.

Список литературы

1. Ксенофонтов Б.С., Козодаев А.С., Буторова И.А., Таранов Р.А., Виноградов М.С., Воропаева А.А., Сеник Е.В., Афонин А.В., Молчан В.М. Разработка комплексной технологии выщелачивания редкоземельных металлов из угольной золы. // Экология и промышленность России. 2015. № 4. С. 10-14.
2. Ксенофонтов Б.С. Бактериальное выщелачивание редкоземельных металлов из золошлаков ТЭЦ / Б.С. Ксенофонтов, И.А. Буторова, Е.В. Петрова, Р.А. Таранов, А.С. Козодаев, М.С. Виноградов, А.А. Балина // Безопасность жизнедеятельности. 2014. № 3 (159). С. 33-37.

УДК 628.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ КВЕРЦЕТИНА С ИОНАМИ МЕДИ, ЦИНКА И КАДМИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Тюменцева М.В., студент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
tyumencevam2001@mail.ru
Научный руководитель: Гречушкин А.Н., к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Тяжелые металлы, такие как медь, цинк и кадмий, обладают высокой токсичностью и способны накапливаться в живых организмах, а в сточных водах наблюдается их остаточное содержание. В связи с этим возникает необходимость в разработке методов снижения токсичности тяжелых металлов для окружающей среды и живых организмов. Одним из перспективных направлений в этой области является исследование возможности образования комплексов тяжелых металлов с различными биологически активными веществами, например, кверцетином – природным флавоноидом с широким спектром биологической активности. Флавоноиды широко распространены в растениях, особенно богаты ими высшие растения [1, 2]. Для выявления минимальных концентраций и возможности комплексообразования ионов металлов Cu^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+} с кверцетином было проведено экспериментальное исследование.

Исследование возможности комплексообразования кверцетина с ионами тяжелых металлов. Для выявления возможности комплексообразования проводились опытные наблюдения и спектрофотометрические исследования. В ходе экспериментов подтверждено наличие комплексов с ионами меди, цинка и кадмия в связи с приобретением комплексами окраски, а также наличием батохромного сдвига при спектрофотометрическом измерении оптической плотности в зависимости от длины волны.

Определение минимальной концентрации металла, образующей комплекс с кверцетином. Из опытных наблюдений можно сделать вывод, что растворы, содержащие йодистый кадмий имеют желто-оранжевую окраску в отличие от бесцветного модельного раствора сравнения, что свидетельствует о наличии комплекса кверцетин-кадмий. Для подтверждения опытных наблюдений проводились измерения оптической плотности данных растворов с помощью спектрофотометра ПЭ-5400УФ 3 класса точности. Полученные результаты измерений свидетельствуют о том, что комплекс кверцетина с кадмием образуется при концентрации более $3 \cdot 10^{-4}$ моль/л (более $3{,}36 \cdot 10^{-2}$ г/л). Максимум поглощения раствора комплекса кадмия с

кверцетином достигается в интервал времени от 13 мин до 18 мин (среднее время 15 мин), а также фиксируется способность комплексообразования с кадмием при концентрации $2{,}64 \cdot 10^{-5}$ моль/л.

Растворы, содержащие сульфат цинка, имеют бесцветную окраску, что свидетельствует об отсутствии комплекса кверцетин-цинк с концентрацией цинка более $1{,}52 \cdot 10^{-4}$ моль/л ($10 \cdot 10^{-3}$ г/л). Константа устойчивости комплекса кверцетин-цинк слишком мала и недостаточна для фиксации комплексообразования с концентрацией более $10 \cdot 10^{-3}$ г/л сульфата цинка.

Растворы, содержащие сульфат меди имеют сине-фиолетовую окраску в отличие от бесцветного модельного раствора сравнения, что свидетельствует о наличии комплекса кверцетин-медь. Комплекс кверцетина с медью образуется при концентрации сульфата меди менее $0{,}8 \cdot 10^{-4}$ моль/л ($5{,}2 \cdot 10^{-3}$ г/л). В момент времени 5 минут в системе установилось равновесие – комплекс не образуется и не распадается, поскольку изменение оптической плотности находится в пределах погрешности. Константа устойчивости является значительной.

При совместном содержании ионов меди и кадмия как в щелочной среде, так и в кислой среде можно отметить наличие конкурирующих реакций, о чем свидетельствует изменение характеристик оптической плотности растворов. Кроме того, спектрофотометрические измерения показали наличие большего сдвига пика поглощения раствора в сравнении со спектрофотометрическим анализом комплексов кверцетина с ионами меди, цинка и кадмия отдельно, что свидетельствует о наличии реакций между ионами Cu^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+} с кверцетином.

Результаты исследования показали, что кверцетин способен образовывать устойчивые комплексы с ионами меди и кадмия. Это может быть использовано для разработки методов очистки сточных вод от токсичных металлов и защиты живых организмов от их вредного воздействия. Однако для практического применения этих методов необходимо провести дополнительные исследования по оптимизации условий комплексообразования и изучению свойств полученных комплексов.

Список литературы

1. Трофимова Н.Н., Столповская Е.В. Строение и электрохимические свойства комплексных соединений металлов с дигидрокверцетином // Химия растительного сырья. 2014. № 3. С. 121-131.
2. Мельникова Н.Б., Иоффе И.Д. Взаимодействие дигидрокверцетина с ионами металлов в водных растворах их солей и в изотонических медицинских средах // Химия растительного сырья. 2001. № 4. С. 25-33.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ «АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ» 3

РАЗДЕЛ «БЕЗОПАСНОСТЬ В ЦИФРОВОМ МИРЕ» 24

РАЗДЕЛ «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА» 45
СЕКЦИЯ «Биомедицинские технические системы» 45
СЕКЦИЯ «Медико-технические информационные технологии» 59
СЕКЦИЯ «Менеджмент и предпринимательство в сфере живых систем» 69
СЕКЦИЯ «Исследования, испытания и эксплуатация медицинской техники» 71

РАЗДЕЛ «ИНЖЕНЕРНЫЙ БИЗНЕС И МЕНЕДЖМЕНТ» 80

РАЗДЕЛ «ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ» 142
СЕКЦИЯ «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации» 142
СЕКЦИЯ «Информационные системы и телекоммуникации» 150
СЕКЦИЯ «Системы обработки информации и управления» 160
СЕКЦИЯ «Программное обеспечение эвм и информационные технологии» 172
СЕКЦИЯ «Актуальные вопросы информационной безопасности» 181
СЕКЦИЯ «Теоретическая информатика и компьютерные технологии» 188
СЕКЦИЯ «Защита информации» 198

РАЗДЕЛ «ЛИНГВИСТИКА» 206
СЕКЦИЯ «Русский язык как иностранный» 206
СЕКЦИЯ «Английский язык для приборостроительных специальностей» 214
СЕКЦИЯ «Английский язык для машиностроительных специальностей» 230

РАЗДЕЛ «МЫТИЩИНСКИЙ ФИЛИАЛ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА» 265
СЕКЦИЯ «Системы автоматического управления» 265
СЕКЦИЯ «Моделирование, разработка и эксплуатация современных технических систем» 269
СЕКЦИЯ «Экономика и управление» 276
СЕКЦИЯ «Высшая математика и физика» 287
СЕКЦИЯ «Педагогика, психология, право, история и философия» 294
СЕКЦИЯ «Лесные культуры, селекция и почвоведение» 304
СЕКЦИЯ «Экология леса и современные проблемы лесной науки» 315
СЕКЦИЯ «Лесное хозяйство» 323
СЕКЦИЯ «Лесоуправление, лесоустройство и геоинформационные системы» 331
СЕКЦИЯ «Технология и оборудование лесопромышленных предприятий» 341
СЕКЦИЯ «Архитектурно-ландшафтная организация открытых пространств» 349
СЕКЦИЯ «Ландшафтная архитектура» 358
СЕКЦИЯ «Транспортно-технологические средства и оборудование лесного комплекса» 368
СЕКЦИЯ «Технология деревоперерабатывающих производств» 372
СЕКЦИЯ «Химические технологии в лесном комплексе» 380
СЕКЦИЯ «Автоматизация технологических процессов, оборудование и безопасность производств» 390

РАЗДЕЛ «ОТДЕЛЬНЫЕ СЕКЦИИ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА»..... 401
СЕКЦИЯ «Образовательно-реабилитационные технологии»..... 401
СЕКЦИЯ «Студенческая экспериментальная лаборатория физики» 408
СЕКЦИЯ Факультета международных образовательных программ 416

РАЗДЕЛ «РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА»..... 427
СЕКЦИЯ «Лазерные и оптико-электронные системы»..... 427
СЕКЦИЯ «Элементы приборных устройств»..... 440

РАЗДЕЛ «РОБОТОТЕХНИКА И КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ» 449
СЕКЦИЯ «Системы автоматизации производства» 449

РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ» 458
СЕКЦИЯ «История»..... 458
СЕКЦИЯ «Социология и культурология» 469
СЕКЦИЯ «Информационная аналитика и политические технологии»..... 478
СЕКЦИЯ «Философия» 488

РАЗДЕЛ «СПЕЦИАЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ» 497
СЕКЦИЯ «Космические аппараты и ракеты-носители»..... 497
СЕКЦИЯ «Аэрокосмические системы» 507
СЕКЦИЯ «Динамика и управление полетом ракет и космических аппаратов»..... 509
СЕКЦИЯ «Средства поражения и боеприпасы» 513
СЕКЦИЯ «Автономные информационные и управляющие системы» 524
СЕКЦИЯ «Вооружение и военная техника» 531
СЕКЦИЯ «Робототехнические система и мехатроника»..... 540
СЕКЦИЯ «Стартовые ракетные комплексы»..... 549
СЕКЦИЯ «Разработка колесных машин» 552
СЕКЦИЯ «Технологии ракетно-космического машиностроения» 554
СЕКЦИЯ «Ракетно-космические композитные конструкции» 563

РАЗДЕЛ «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ» 572
СЕКЦИЯ «Актуальные направления развития прикладной математики в энергетике, энергоэффективности и информационно-коммуникационных технологиях»..... 572
СЕКЦИЯ «Математика и математическое моделирование»..... 579
СЕКЦИЯ «Теоретическая механика»..... 580
СЕКЦИЯ «Техническая физика» 584
СЕКЦИЯ «Химия и химическая технология» 594
СЕКЦИЯ «Вычислительная математика и математическая физика» 600
СЕКЦИЯ «Математическое моделирование»..... 602

РАЗДЕЛ «ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИЕ» 611
СЕКЦИЯ «Ракетные двигатели»..... 611
СЕКЦИЯ «Комбинированные двигатели и альтернативные энергоустановки»..... 616
СЕКЦИЯ «Газодинамика и теплообмен в гтд и комбинированных установках»..... 626
СЕКЦИЯ «Холодильная, криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения»..... 635
СЕКЦИЯ «Теплофизика»..... 644
СЕКЦИЯ «Ядерные реакторы и установки» 649
СЕКЦИЯ «Плазменные энергетические установки и электроракетные двигатели»..... 654
СЕКЦИЯ «Экология и промышленная безопасность» 664

ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА», ПОСВЯЩЕННАЯ 110-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА В.Н. ЧЕЛОМЕЯ

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

Редактор: В.Н. Шевчун
Компьютерная верстка: В.В. Строков
Корректор: Н.А. Гежа

Подписано в печать 20.06.2024. Формат 60x90 1/8
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Объем 76,3 п.л. Тираж 1000 экз. Заказ 2541.

Издательский дом
«Научная библиотека»
Телефон: 8(495)59229-98
Адрес сайта: www.sciencelib.ru
E-mail: idnb11@yandex.ru, info@sciencelib.ru

В сборник включены тезисы докладов, представленных на Всероссийской студенческой конференции «Студенческая научная весна», посвященной 110-летию со дня рождения академика В.Н. Челомея. Сборник представляет интерес для студентов, аспирантов и преподавателей вузов.

Тексты докладов размещены в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU.

ISBN 978-5-907823-43-3

9 785907 823433 >